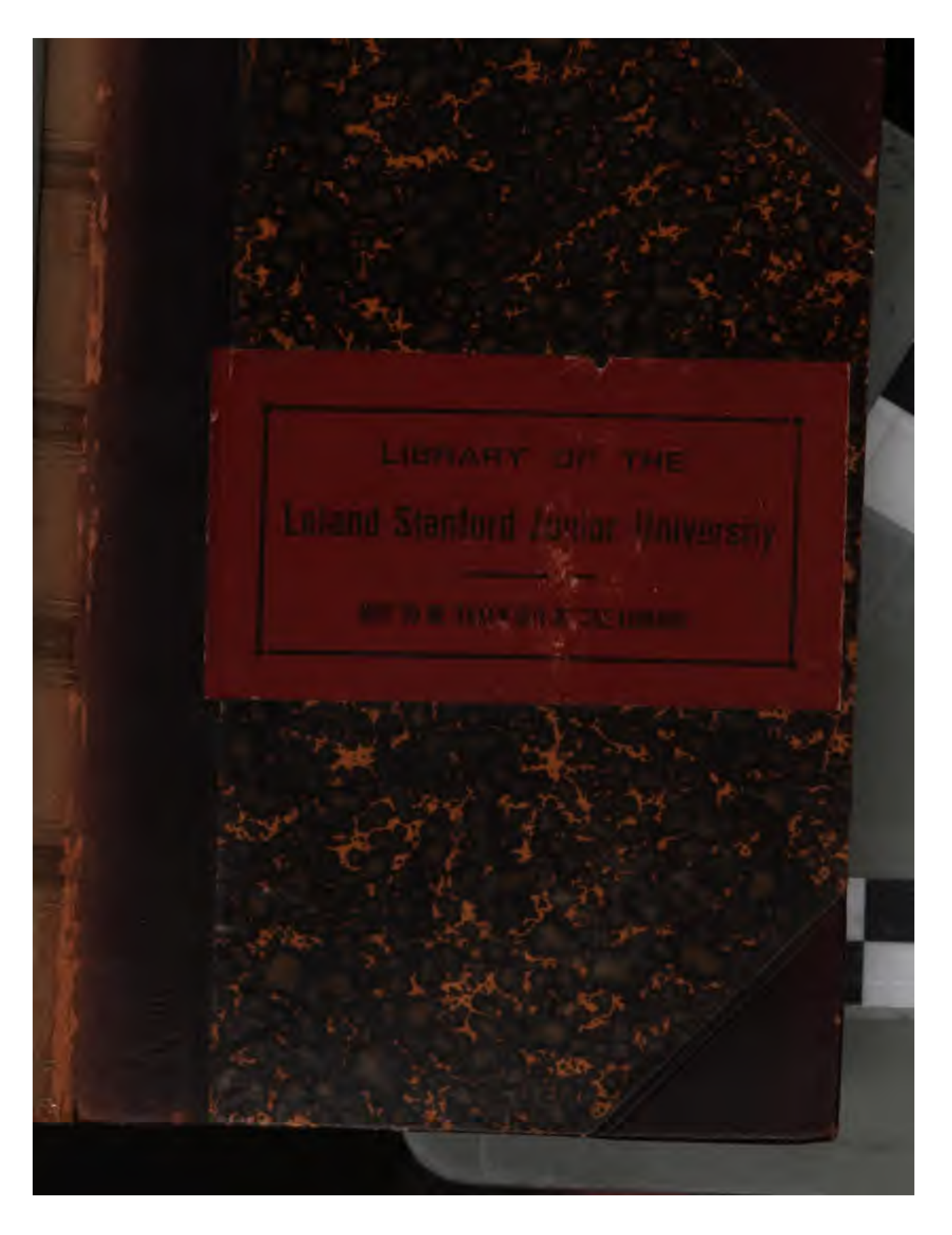
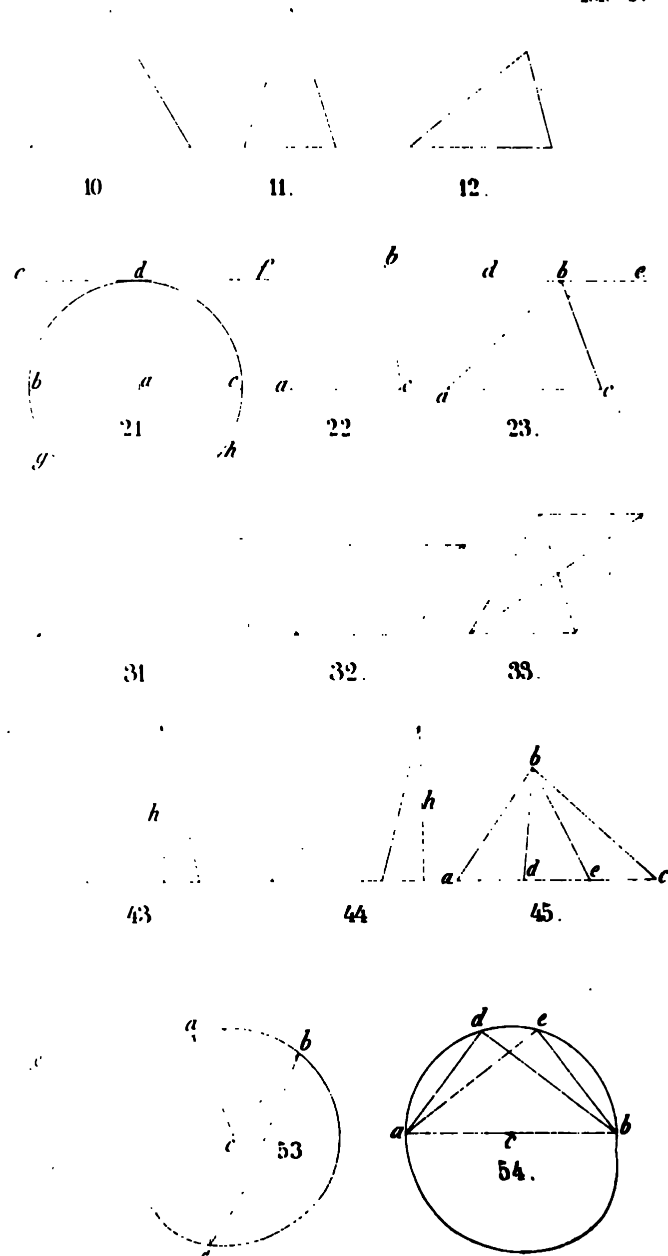
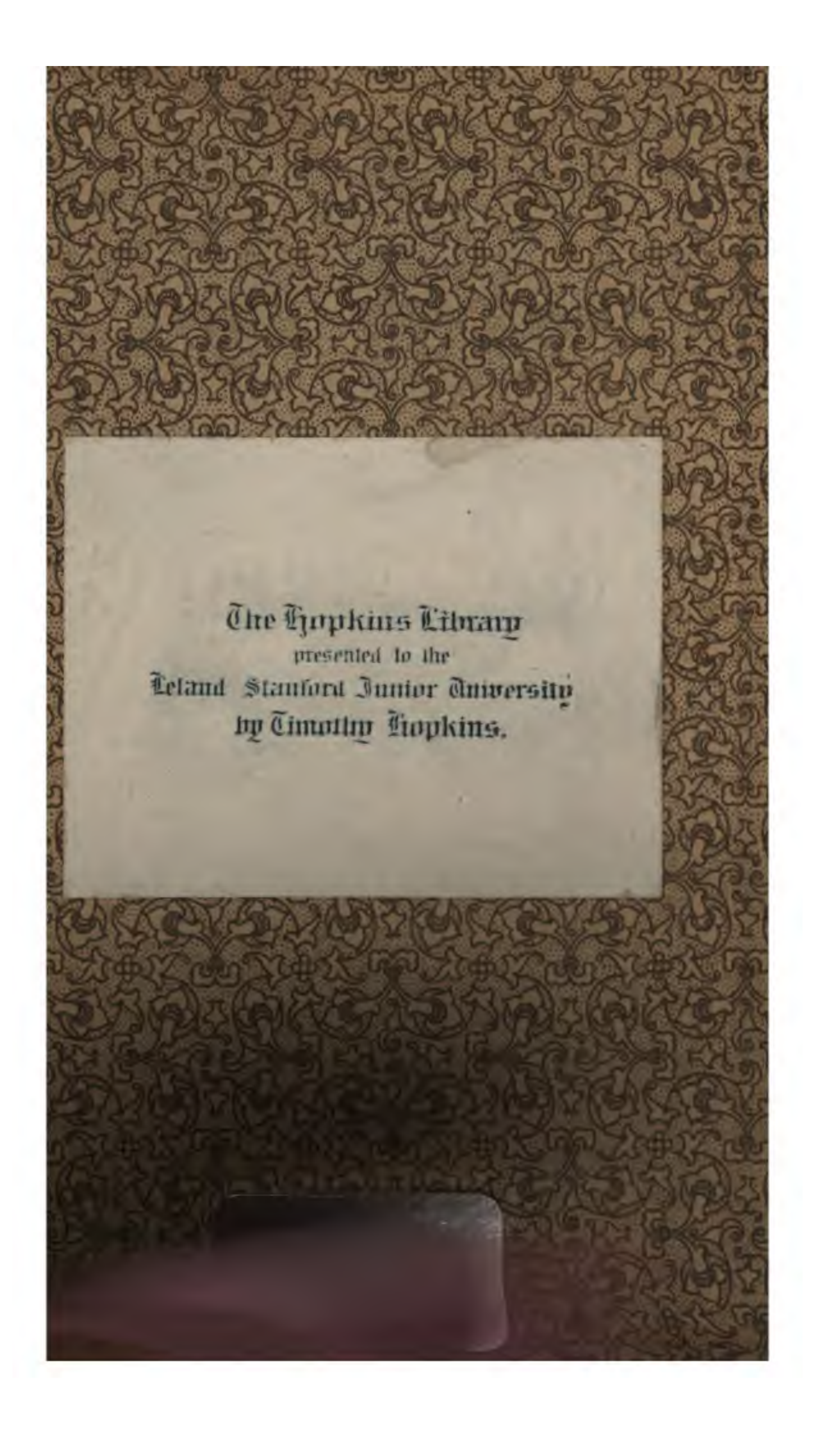
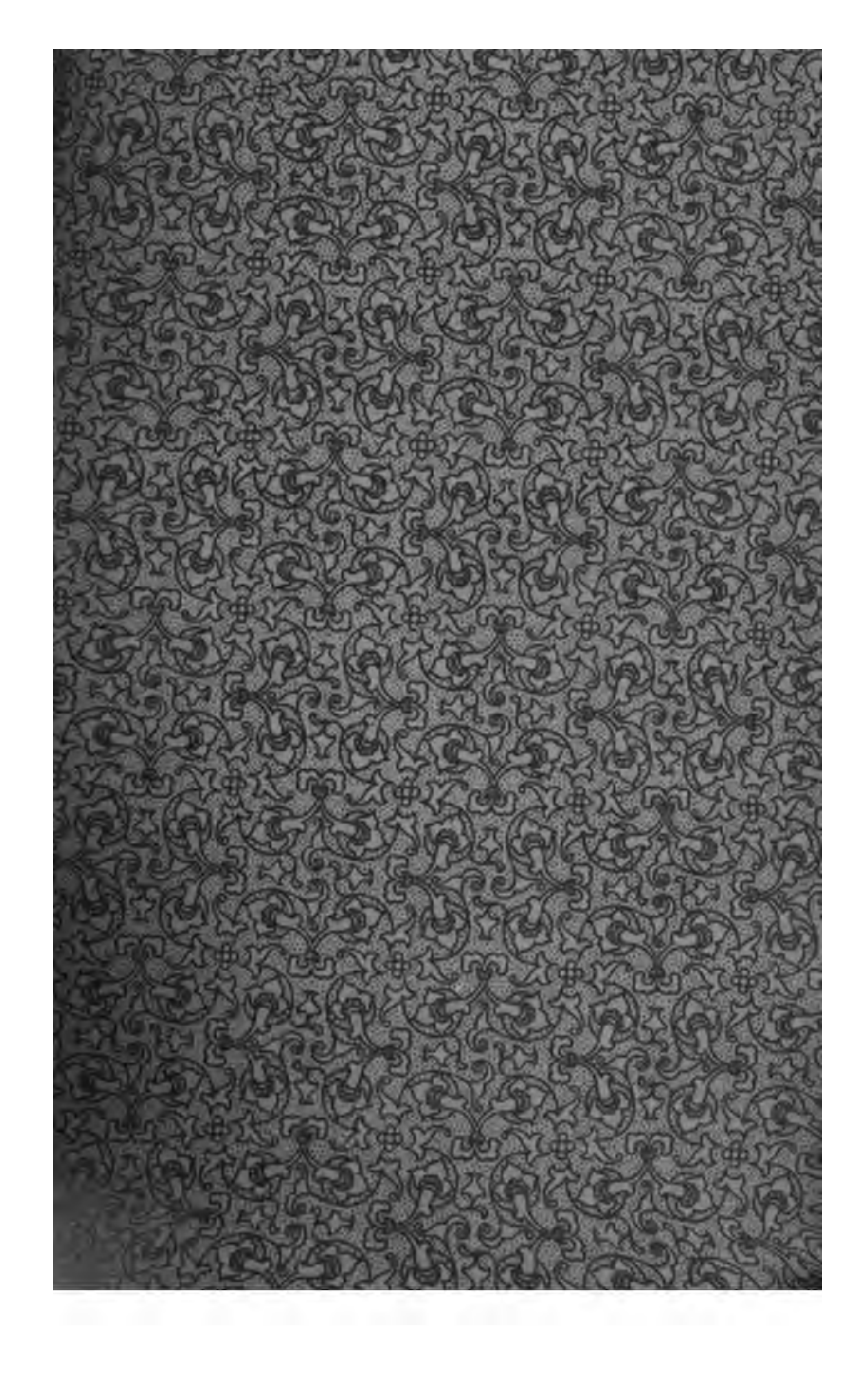



LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University


10
11.
12.
c
d
f
b
a
c
21
g
h
a.
22
b
d
b
e
a
c
23.
31
32.
33.
h
43
h
44
b
a
d
e
c
45.
a
b
c
53
d
e
a
c
b
54.



The Hopkins Library
presented to the
Leland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.



Das
Eisenbahn-Bauwesen
für
Bahnmeister und Bauaufseher

als Anleitung für den praktischen Dienst
und zur Vorbereitung für das Bahnmeister-Examen

gemeinfaßlich dargestellt
von

weil. **A. J. Susemihl,**
Großherzoglich Mecklenburg-Schwerin'schem Baumeister,
Vorsteher der Hinterpommer'schen Eisenbahn-Bauinspection zu Stargard.

Fünfte, wesentlich vermehrte Auflage.

Nach des Verfassers Tod weiter bearbeitet und herausgegeben
von

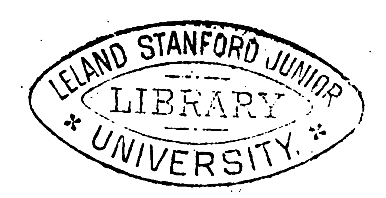
Ernst Schubert,
Königlich Preußischem Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector,
Vorsteher der Eisenbahn-Bauinspection Sorau.

Erste Abtheilung.

Mit 56 Holzschnitten und 3 lithogr. Tafeln.

I. Eintheilung der Maaße, Gewichte und Münzen; II. Mathematik; III. Naturwissenschaft; IV. Mechanik; V. Geometrische Aufgaben; VI. Baumaterialien; VII. Bauconstruction.

Wiesbaden.
Verlag von J. F. Bergmann.
1892.



Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei Bearbeitung der vorliegenden zweiten Auflage sind bezüglich der Grenze des Buches die für Deutschland gesetzlichen Bestimmungen über die Befähigung der Bahnmeister und Hülfsbahnmeister" maaßgebend gewesen. Diesen Bestimmungen entsprechend hat das Buch eine wesentliche Umarbeitung erfahren, so daß diese zweite Auflage alles Material zusammenfaßt, was ein Bahnmeister-Aspirant zur Vorbereitung auf sein Examen durcharbeiten muß. Namentlich ist anzuführen, daß die Weichen mit gekrümmten Zungen, die englischen Ausweichungen und der eiserne Oberbau eingehende Berücksichtigung gefunden haben. Um die Rechnung allgemein verständlich zu machen, ist von der Anwendung der Logarithmen und der Trigonometrie gänzlich Abstand genommen; statt dessen sind einfache Rechnungsweisen eingeführt, deren Resultate Näherungswerthe ergeben, welche für die Praxis genügen.

Auch die äußere Ausstattung des Büchleins hat eine wesentliche Verbesserung erfahren und dürfte allen Anforderungen entsprechen.

Die günstige Aufnahme, welche die erste Auflage trotz mancher Lücken gefunden, läßt den Verfasser hoffen, daß sein Streben, den Stand der Bahnmeister der Wichtigkeit ihrer Stellung entsprechend zu heben, nicht ohne Erfolg bleiben wird.

Stargard i/Pomm., im August 1879.

A. J. Susemihl.

Vorwort zur dritten Auflage.

Bevor die Herausgabe der dritten Auflage vorliegenden Buches erfolgen konnte, ist der Verfasser allzu früh durch den Tod seiner verdienstvollen Wirksamkeit entzogen worden. Es war ihm jedoch noch vergönnt, die Neubearbeitung dieser dritten Auflage, unter ganz wesentlicher *Vermehrung — fast um ein Viertheil* des früheren Umfangs —,

selbst zu beendigen. Diese erheblichen Vervollständigungen waren namentlich durch die vielfachen Neuerungen bedingt, welche in den letzten Jahren in der Ausführung der Eisenbahn-Oberbauten eingeführt wurden, und so sind u. a. besonders das System der Rheinischen Bahn (Menne) und das System Haarmann, unter Beifügung entsprechenden Anschauungsmaterials, zur ganz ausführlichen Darstellung gelangt — eine noch vom Verfasser selbst in seinem letzten Briefe als sehr werthvoll bezeichnete Bereicherung gegenüber der letzten Auflage, der Art, daß nun die Bahnmeister im Stande sind, hieraus die für das Verlegen erforderliche praktische Anleitung zu gewinnen. Für die Behandlung des Oberbausystems Haarmann war dem Verstorbenen noch kurz vor seiner Erkrankung Gelegenheit geboten gewesen, zu seiner besonderen Befriedigung durch eigene Verlegung einer größeren Strecke zahlreiche praktische Erfahrungen zu sammeln, die in dieser Bearbeitung ausgiebige Verwerthung gefunden haben.

Bei der Herausgabe wurde die Arbeit des Verstorbenen mit möglichster Pietät behandelt. Abänderungen und Nachtragungen sind nur in ganz untergeordnetem Maaße vorgenommen worden, und es wurde, bisweilen in bewußter Beschränkung, an dem Zweck des Buches festgehalten, lediglich, aber auch alles Material zu bieten, was den Bahnmeister zur verständnißvollen Ausübung des praktischen Dienstes befähigt, was er für die staatlich vorgeschriebene Prüfung durcharbeiten muß.

Möge dem Werke auch in der neuen Auflage der alte Beifall bewahrt bleiben, den Bahnmeistern zu Nutz und Frommen, und zugleich zum ehrenden Andenken an den verdienstvollen Verfasser.

Hannover, Frühjahr 1882.

G. Barkhausen.

Vorwort zur fünften Auflage.

Bei der Bearbeitung der vorliegenden fünften Auflage bin ich bemüht gewesen, die Richtschnur festzuhalten, welche dem zu früh verstorbenen Verfasser Herrn Susemihl gedient, und welche *auch von dem* Herrn Professor Barkhausen, der infolge seines

Eintritts in die Redaction des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens zur Fortführung dieses Buches außer Stande war, bei der Bearbeitung der dritten und vierten Auflage befolgt worden ist. Dabei sind diejenigen Aenderungen und Ergänzungen vorgenommen worden, welche inzwischen als nothwendig und wünschenswerth erkannt wurden. Der Abschnitt „Mechanik" wurde durch erweiterte Angaben über die Berechnung der Balken ergänzt, auch die Anzahl der Beispiele vermehrt; derjenige über geometrische Arbeiten dahin erweitert, daß nicht nur die Berechnung der Kreisbögen, sowie der Uebergangsbögen besprochen, sondern auch durch Beschreibung der Nivellirinstrumente und des Verfahrens beim Höhenmessen dieser Theil der landmesserischen Arbeiten so eingehend erläutert wurde, wie es für den künftigen Bahnmeister nöthig ist.

Da fast alle größeren Bahnhöfe mit Gasbeleuchtung versehen sind, und dem Bahnmeister auch die Unterhaltung dieser Anlagen obliegt, so wurde ein Abschnitt hierüber aufgenommen und endlich durch eine erhebliche Erweiterung des Preisverzeichnisses den seitens der angestellten Beamten vielseitig ausgesprochenen Wünschen Rechnung getragen.

Der Abschnitt Eisenbahnbau, bedurfte, den veränderten Zeitverhältnissen entsprechend, einer vollständigen Umarbeitung. Derselbe bietet in seiner neuen Gestalt ein übersichtliches Bild über die in Deutschland und Oesterreich zur Zeit gebräuchlichen Oberbauarten, bringt ferner den Bau und die Unterhaltung der Gleise, Weichen und Gleisekreuzungen ausführlich zur Darstellung, sowie auch das Nöthige über die Anlage der Stationen veranschaulicht wird. Außer 7 Tafeln enthält die neue Auflage des ganzen Werkes 244 Textabbildungen.

Sorau, im April 1892.

Der Verfasser.

Druckfehlerberichtigung zur ersten Abtheilung.

Seite 22: 16. Zeile von oben lies 35,402 statt 25,402

„ 23: 15. „ „ „ „ $2^2\ 2^3$ „ $2^3\ 2^3$

„ 34: 1. „ „ „ „ § 41 „ § 40

„ 34: 25. „ „ „ „ § 41 „ § 40

„ 35: 12. „ „ „ „ § 41 „ § 40

„ 62: 1. „ „ unten „ Außenwinkel nennt; statt Außenwinkel; nennt

„ 70: 5. Zeile von unten lies 3,1416 statt 13,1416

„ 97: 9. „ „ „ „ Eine 1 förmig statt Eine förmig

„ 116: 2. Zeile von oben zwischen „der“ und „gleichmäßig“ ist einzuschalten: bei einer Entfernung der einzelnen Balken von einem Meter

„ 125: 12. Zeile von unten lies Drucke statt Druck

„ 131: 20. „ „ oben „ Man „ Mun

„ 169: 18. „ „ „ „ zur „ zum

„ 169: 22. „ „ „ „ der „ den

„ 171: 20. „ „ „ „ Böschung statt Böschungen

„ 196: 4. „ „ „ „ Temperatur statt Temperatu

„ 196: 8. „ „ „ „ an = statt anr

„ 209: 14. „ „ „ „ 2,75 „ 2,50.

Inhaltsverzeichniß der ersten Abtheilung.

	Seite
I. **Eintheilung der Maaße, Gewichte und Münzen**	1
a. Längen-, Flächen- und Körpermaaße	1
4.—6. Verwandlung metr. Maaße in altpreußische Maaße und umgekehrt	1—4
7. Maaße versch. Länder	4—5
b. Gewichte	5
8. Tabelle der Eigengewichte einiger Körper	5
c. Münzen	6
II. **Mathematik**	7—90
a. Arithmetik und Algebra	7—58
1. Erklärung	7
2. Von den Summen, Differenzen, Producten und Brüchen	8—17
3. Von den Decimalbrüchen	18—22
4. Von dem Potenziren und Wurzelausziehen	23—30
5. Von den Proportionen	30—32
6. Von den Gleichungen	32—58
Gleichungen ersten Grades mit einer Unbekannten	33—48
Gleichungen ersten Grades mit zwei Unbekannten	48—54
Quadratische Gleichungen	54—58
b. Planimetrie	58—73
1. Erklärung	58
2. Von den Linien und Winkeln	58—61
3. Von den ebenen Flächen	61—62
4. Vom Dreieck	62—67
5. Vom Viereck	67
6. Von der Ausmessung ebener Flächen	67—69
7. Vom Kreise	69—73
c. Über die trigonometrischen Linien	73—78
d. Stereometrie	78—90
1. Erklärung	78—90
2. Inhaltsberechnung verschiedener Körper	78—90
Inhalt des Prismas	79—80
" " Cylinders	80—82
" der Pyramide	82—84
" des Kegels	84—85
" der Kugel	85—86
Berechnung der Gewölbe	86—87
Beispiele	87—90
III. **Naturwissenschaft**	90—104
1. Erklärung	90
2. Allgemeine Eigenschaften	90—91
3. Von den festen Körpern	91—95
4. Von den flüssigen Körpern	95—97
5. Von den luftförmigen Körpern	97—98
6. Chemische Grundbegriffe	99—101
7. Von der Wärme	101—104
IV. **Mechanik**	104—130
1. Einleitung	104—105
2. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte	105—107
3. Wirkungen verschiedener Kräfte	107—108
4. Festigkeit der Materialien	108—118
Absolute und rückwirkende Festigkeit	108—111
Relative oder Biegungsfestigkeit	111—118
5. Von den einfachen Maschinen	118—125
Vom Hebel	118—120

	Seite
Vom Rad an der Welle	120—123
Von der schiefen Ebene	123
Von der Rolle	124
6. Von den zusammengesetzten Maschinen	125—130
Von den Pumpen	125—130
V. Geometrische Arbeiten	130—157
1. Erklärung	130
2. Meßinstrumente	130—135
Meßkette, Meßband	131—132
Winkelspiegel, Winkelkopf	132—135
3. Feldmessen	135—136
4. Aufsuchen und Absteckung der Linie	137—148
Winkelmessung, Ermittelung der Tangentenlänge der Bögen	137—139
Berechnung und Absteckung der Bögen	139—145
Vermittelung der Gefällwechsel	145—146
Ermittelung und Absteckung der Uebergangsbögen	146—148
5. Nivelliren oder Höhenmessen	148—157
Setzwage	148—149
Canalwage	149
Libelle	150— 151
Das Nivellirinstrument	151—153
Die Nivellirlatte	153
Ausführung der Höhenmessung	153—157
VI. Baumaterialien	157—167
1. Bauholz	157—159
2. Bausteine	159—160
3. Verbindungsmaterialien	160—162
4. Metalle	162—165
5. Sonstige Baumaterialien	165—167
VII. Bauconstruction	167—210
1. Erdarbeiten und Pflasterungen	167—174
2. Gründungen	174—176
3. Brunnenarbeiten	176—178
4. Mauerwerk	178—182
5. Zimmerwerk	182—184
6. Wände	184—187
7. Balkenlagen und Decken	187—189
8. Dächer	189—192
9. Feuerungsanlagen	192—193
10. Gasbeleuchtungsanlagen	193—199
11. Preisangaben aus dem Hochbau	199—210
Bedarf an Materialien	199—200
Materialienpreise	201
Arbeitspreise	201—210
a. Maurerarbeiten	201—202
b. Zimmer- u. Staakerarbeiten	202—203
c. Steinmetzarbeiten	203—204
d. Brunnenarbeiten	204—205
e. Dachdeckerarbeiten	205—206
f. Klempnerarbeiten	206
g. Tischlerarbeiten	206—207
h. Schlosserarbeiten	207
i. Glaserarbeiten	207
k. Malerarbeiten	207—208
l. Tapezirerarbeiten	208
m. Töpferarbeiten	208
n. Steinsetzerarbeiten	209
o. Asphaltarbeiten	209
p. Gas- und Wasserleitungsarbeiten	209—210
Alphabet. Sachregister	211—217

I. Eintheilung der Maaße, Gewichte und Münzen.

a. Maaße.

1. Längenmaaße.

Meter = 1 m
Centimeter = $^1/_{100}$ Meter = 1 cm
Millimeter = $^1/_{1000}$ Meter = 1 mm
Kilometer = 1000 Meter = km.

2. Flächenmaaße.

Quadratmeter = 1 □m = 1 qm
Quadratcentimeter = $^1/_{10000}$ Quadratmeter = 1 □cm = 1 qcm
Quadratmillimeter = $^1/_{1000000}$ Quadratmeter = 1 □mm = 1 qmm
Ar = 100 Quadratmeter = 1 a
Hectar = 10000 Quadratmeter = 1 ha.

3. Körpermaaße.

Kubikmeter = 1 cbm
Kubikcentimeter = $^1/_{1000000}$ cbm = ccm
Liter = $^1/_{1000}$ Kubikmeter = 1 l
Hectoliter = 100 Liter = $^1/_{10}$ Kubikmeter = 1 hl
Scheffel = 50 Liter.

4. Verwandlung metrischer Maaße in alte preußische Maaße.

a) Meter in Fuß. 1 m = 3,1862′.
b) Ar in Quadratruthen. 1 a = 7,0499 □°
c) Quadratmeter in Quadratfuß. 1 □m = 10,1519 □′.
d) Kubikmeter in Schachtruthen. 1 cbm = 0,2246 S.-R.
e) Kubikmeter in Kubikfuß. 1 cbm = 32,3459 cb′.

5. Verwandlung alter preußischer Maaße in Metermaaße.

a) Ruthen in Meter. 1° = 3,7662 m.

Rth.	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	3,77	7,53	11,30	15,06	18,83	22,60	26,36	30,13	33,90
10	37,66	41,43	45,19	48,96	52,73	56,49	60,26	64,03	67,79	71,56
20	75,32	79,09	82,86	86,62	90,39	94,16	97,92	101,69	105,45	109,22
30	112,99	116,75	120,52	124,29	128,05	131,82	135,58	139,35	143,12	146,88
40	150,65	154,42	158,18	161,95	165,71	169,48	173,25	177,01	180,78	184,55

b) Fuß und Zoll in Meter. 1′ = 0,3138 m.

Fuß	—	1″	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″	10″	11″
—	0	0,026	0,052	0,078	0,105	0,131	0,157	0,183	0,209	0,235	0,262	0,288
1	0,314	0,340	0,366	0,392	0,418	0,445	0,471	0,497	0,523	0,549	0,575	0,602
2	0,628	0,654	0,680	0,706	0,732	0,758	0,785	0,811	0,837	0,863	0,889	0,915
3	0,942	0,968	0,994	1,020	1,046	1,072	1,098	1,125	1,151	1,177	1,203	1,229
4	1,255	1,282	1,308	1,334	1,360	1,386	1,412	1,438	1,465	1,491	1,517	1,542
5	1,569	1,595	1,622	1,648	1,674	1,700	1,726	1,752	1,779	1,805	1,831	1,857
6	1,883	1,909	1,935	1,962	1,988	2,014	2,040	2,066	2,092	2,119	2,145	2,171
7	2,197	2,223	2,249	2,275	2,302	2,328	2,354	2,380	2,406	2,432	2,459	2,485
8	2,511	2,537	2,563	2,589	2,615	2,642	2,668	2,694	2,720	2,746	2,772	2,799
9	2,825	2,851	2,877	2,903	2,929	2,955	2,982	3,008	3,034	3,060	3,086	3,112
10	3,139	3,165	3,191	3,217	3,243	3,269	3,295	3,322	3,348	3,374	3,400	3,426
11	3,452	3,479	3,505	3,531	3,557	3,583	3,609	3,635	3,662	3,688	3,714	3,740
12	3,766	3,792	3,819	3,845	3,871	3,897	3,923	3,949	3,975	4,002	4,028	4,054
13	4,080	4,106	4,132	4,159	4,185	4,211	4,237	4,263	4,289	4,315	4,342	4,368
14	4,394	4,420	4,446	4,472	4,499	4,525	4,551	4,577	4,603	4,629	4,655	4,682
15	4,708	4,734	4,760	4,786	4,812	4,839	4,865	4,891	4,917	4,943	4,969	4,996
16	5,022	5,048	5,074	5,100	5,126	5,152	5,179	5,205	5,231	5,257	5,283	5,309
17	5,336	5,362	5,388	5,414	5,440	5,466	5,492	5,519	5,545	5,571	5,597	5,623
18	5,649	5,676	5,702	5,728	5,754	5,780	5,806	5,832	5,859	5,885	5,911	5,937
19	5,963	5,989	6,016	6,042	6,068	6,094	6,120	6,146	6,172	6,199	6,225	6,251

Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter
20	6,277	38	11,926	56	17,576	74	23,225	92	28,875	1100	345,239
21	6,591	39	12,240	57	17,890	75	23,539	93	29,188	1200	376,624
22	6,905	40	12,554	58	18,204	76	23,853	94	29,502	1300	408,010
23	7,219	41	12,868	59	18,517	77	24,167	95	29,816	1400	439,395
24	7,532	42	13,182	60	18,831	78	24,481	96	30,130	1500	470,780
25	7,846	43	13,496	61	19,145	79	24,794	97	30,444	1600	502,166
26	8,160	44	13,810	62	19,459	80	25,108	98	30,758	1700	533,551
27	8,474	45	14,123	63	19,773	81	25,422	99	31,071	1800	564,936
28	8,788	46	14,437	64	20,087	82	25,736	100	31,385	1900	596,322
29	9,102	47	14,751	65	20,400	83	26,050	200	62,771	2000	627,707
30	9,416	48	15,065	66	20,714	84	26,364	300	94,156	2100	659,092
31	9,729	49	15,379	67	21,028	85	26,678	400	125,541	2200	690,478
32	10,043	50	15,693	68	21,342	86	26,991	500	156,927	2300	721,863
33	10,357	51	16,007	69	21,656	87	27,305	600	188,312	2400	753,248
34	10,671	52	16,320	70	21,970	88	27,619	700	219,697	2500	784,634
35	10,985	53	16,634	71	22,284	89	27,933	800	251,083	2600	816,019
36	11,299	54	16,948	72	22,597	90	28,247	900	282,468	2700	847,404
37	11,613	55	17,262	73	22,911	91	28,561	1000	313,853	2800	878,790

c) Zoll in Centimeter. 1″ = 2,6154 cm.

Zoll	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	2,61	5,23	7,85	10,46	13,08	15,69	18,31	20,92	23,54
10	26,15	28,77	31,38	34,00	36,62	38,23	41,85	44,46	47,08	49,69
20	52,31	54,92	57,54	60,15	62,77	65,39	68,00	70,62	73,23	75,85
30	78,46	81,08	83,69	86,31	88,92	91,54	94,16	96,77	99,39	102,00
40	104,62	107,23	109,85	112,46	115,08	117,70	120,31	122,93	125,54	128,16

d) Quadratruthen in Quadratmeter. 1 □° = 14,1846 qm.

R.	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	14,2	28,4	42,6	56,7	70,9	85,1	99,3	113,5	127,7
10	141,8	156,0	170,2	184,4	198,6	212,8	227,0	241,1	255,3	269,5
20	283,7	297,9	312,1	326,2	340,4	354,6	368,8	383,0	397,2	411,4
30	425,5	439,7	453,0	468,1	482,3	496,5	510,6	524,8	539,0	553,2
40	567,4	581,6	595,8	609,9	624,1	638,3	652,5	666,7	680,9	695,0

e) Quadratfuß in Quadratmeter. 1 □′ = 0,0985 qm.

□′	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	0,099	0,197	0,296	0,394	0,493	0,591	0,690	0,788	0,887
10	0,985	1,084	1,182	1,281	1,379	1,478	1,576	1,675	1,773	1,872
20	1,970	2,069	2,167	2,266	2,364	2,463	2,561	2,660	2,758	2,857
30	2,955	3,054	3,152	3,251	3,349	3,448	3,546	3,645	3,743	3,842
40	3,940	4,039	4,137	4,236	4,334	4,433	4,531	4,630	4,728	4,827

f) Quadratzoll in Quadrat-Centimeter. 1 □″ = 6,8406 qcm.

□″	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	6,84	13,68	20,52	27,36	34,20	41,04	47,88	54,72	61,57
10	68,41	75,25	82,09	88,93	95,77	102,61	109,45	116,29	123,13	129,97
20	136,81	143,65	150,49	157,33	164,17	171,01	177,85	184,70	191,54	198,38
30	205,22	212,06	218,90	225,74	232,58	239,42	246,26	253,10	259,94	266,78
40	273,62	280,46	287,30	294,14	300,98	307 83	314,67	321,51	328,35	335,19

g) Schachtruthen in Kubikmeter. 1 S.-R. = 4,4519 cbm.

S.-R.	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	4,45	8,90	13,36	17,81	22,26	26,71	31,16	35,62	40,07
10	44,52	48,97	53,42	57,87	62,33	66,78	71,23	75,68	80,13	84,59
20	89,04	93,49	97,94	102,39	106,85	111,30	115,75	120,20	124,65	129,10
30	133,56	138,01	142,46	146,91	151,36	155,82	160,27	164,72	169,17	173,62
40	178,08	182,53	186,98	191,43	195,88	206,83	204,79	209,24	213,69	218,14

h) Kubikfuß in Kubikmeter. 1 cb' = 0,0309 cbm.

cb'	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	0	0,0309	0,0618	0,0927	0,1237	0,1546	0,1855	0,2164	0,2473	0,2782
10	0,3092	0,3401	0,3710	0,4019	0,4328	0,4637	0,4947	0,5256	0,5565	0,5874
20	0,6183	0,6492	0,6801	0,7111	0,7420	0,7729	0,8038	0,8347	0,8656	0,8966
30	0,9275	0,9584	0,9893	1,0202	1,0511	1,0821	1,1130	1,1439	1,1748	1,2057
40	1,2366	1,2695	1,2985	1,3294	1,3673	1,3912	1,4221	1,4530	1,4840	1,5149

6. Verwandlung verschiedener Fuß- und Zoll-Maaße in Metermaaß und umgekehrt.

		Fuß in m	Zoll in cm	□' in qm	□'' in qcm	cb' in cbm	cb'' in ccm	m in Fuß	cm in Zoll	qm in □'	qcm in □''	cbm in cb'	ccm in cb''
Schweiz.	1	0,300	3,00	0,090	9,00	0,027	27,0	3,33	0,333	11,1	0,111	37,0	0,037
	2	0,600	6,00	0,180	18,00	0,054	54,0	6,67	0,667	22,2	0,222	71,1	0,071
	3	0,900	9,00	0,270	27,00	0,081	81,0	10,00	1,000	33,3	0,333	111,1	0,111
	4	1,200	12,00	0,360	36,00	0,108	108,0	13,33	1,333	44,4	0,444	148,1	0,148
	5	1,500	15,00	0,450	45,00	0,135	135,0	16,67	1,667	55,6	0,556	185,2	0,185
	6	1,800	18,00	0,540	54,00	0,162	162,0	20,00	2,000	66,7	0,667	222,2	0,222
	7	2,100	21,00	0,630	63,00	0,189	189,0	23,33	2,333	77,8	0,778	259,3	0,259
	8	2,400	24,00	0,720	72,00	0,216	216,0	26,67	2,667	88,9	0,889	296,3	0,296
	9	2,700	27,00	0,810	81,00	0,243	243,0	30,00	3,000	100,0	1,000	333,3	0,333
England.	1	0,305	2,54	0,093	6,45	0,028	16,4	3,28	0,394	10,76	0,155	35,3	0,061
	2	0,610	5,08	0,186	12,90	0,057	32,8	6,56	0,787	21,53	0,310	70,6	0,122
	3	0,914	7,62	0,279	19,35	0,085	49,2	9,84	1,181	32,29	0,465	105,9	0,183
	4	1,219	10,16	0,372	25,81	0,113	65,5	13,12	,575	43,06	0,620	141,3	0,244
	5	1,524	12,70	0,464	32,26	0,142	81,9	16,40	,969	53,82	0,775	176,6	0,305
	6	1,829	15,24	0,557	38,71	0,170	98,3	16,69	2,362	64,59	0,930	211,9	0,366
	7	2,134	17,78	0,650	45,16	0,198	114,7	22,97	2,756	75,35	1,085	247,2	0,427
	8	2,438	20,32	0,743	51,61	0,227	131,1	26,25	3,150	86,11	1,240	282,5	0,488
	9	2,743	22,86	0,836	58,06	0,255	147,5	29,53	3,543	96,88	1,395	317,8	0,549
Schweden.	1	0,297	2,47	0,088	6,12	0,026	15,1	3,37	0,404	11,3	0,163	38,2	0,066
	2	0,594	4,95	0,176	12,24	0,052	30,3	6,74	0,808	22,7	0,327	76,4	0,132
	3	0,891	7,42	0,264	18,36	0,079	45,4	10,10	1,213	34,0	0,490	114,6	0,198
	4	1,188	9,90	0,353	24,49	0,105	60,6	13,47	1,617	45,4	0,653	152,8	0,264
	5	1,485	12,37	0,441	30,61	0,131	75,7	16,84	2,021	56,7	0,817	191,0	0,330
	6	1,781	14,84	0,529	36,73	0,157	90,9	20,21	2,425	68,1	0,980	229,3	0,396
	7	2,078	17,32	0,617	42,85	0,183	106,0	23,58	2,829	79,4	1,144	267,5	0,462
	8	2,375	19,79	0,705	48,97	0,209	121,2	26,95	3,234	90,8	1,307	305,7	0,528
	9	2,672	22,27	0,793	55,09	0,236	130,3	30,31	3,638	102,1	1,470	343,9	0,594

7. Maaße verschiedener Länder.

Belgien: Metermaaß.

Dänemark: wie früher in Preußen.

Deutschland: Metermaaß.

England: 1 Fuß = 12 Zoll = 0,3048 m. 1 Yard = 3 Fuß = 0,9144 m. 1 Ruthe = $5^1/_2$ Yard. 1 Meile = 1609,315 m. 1 Acre = 160 Quadratruthen. 1 Gallon = 4,5435 l. 1 Pfund = 453,6 g. 1 Centner = 112 Pfund. 1 Tonne = 20 Centner.

Frankreich: Metermaaß.
Italien: Metermaaß.
Niederlande: Metermaaß.
Oesterreich: Metermaaß.
Rußland: 1 Fuß wie in England = 0,3048 m. 1 Saʃhen = 2,1336 m. 1 Werst = 1066,78 m.
Schweden: 1 Fuß = 0,2969 m. 1 Meile = 10688,436 m.
Schweiz: 1 Fuß = 0,3 m. 1 Ruthe = 10 Fuß. 1 Maaß = 1,5 l.
Spanien: Metermaaß.
Vereinigte Staaten: wie in England.

b. Gewichte.

Kilogramm = 1 kg = Gewicht eines Liters destillirten Wassers = 1000 Gramm
Gramm = $^1/_{1000}$ Kilogramm = 1 g
Centigramm = $^1/_{100}$ Gramm = 1 cg
Milligramm = $^1/_{1000}$ Gramm = 1 mg
Centner = 50 Kilogramm
Tonne = 1000 Kilogramm = 1 t.

8. Tabelle des durchschnittlichen Eigengewichts einiger Körper.

Bezeichnung der Körper	Kilogramm pro cbm.
Asphalt	1160
Blei	11360
Beton	2470
Eichenholz (trocken)	750
Eisen (Schmiede)	7700
Eisen (Guß)	7200
Erde und Lehm (Boden) trocken	1600
Granit	2750
Kalkstein	2700
Kupfer	8900
Kies	1850
Mauerwerk aus Bruchsteinen	2450
Desgleichen aus Ziegeln	1600
Nadelholz	470
Sand (trocken)	1600
Sandstein	2300
Schiefer	2600
Steinkohle	1300
Wasser	1000

c. Münzen.

Mark = 1 ℳ, 2 Mark = 2 ℳ, 5 Mark = 5 ℳ
Krone = 10 Mark = 10 ℳ
Doppelkrone = 20 Mark = 20 ℳ
Pfennig = 1/100 Mark = 0,01 ℳ
2 Pfennig = 1/50 Mark = 0,02 ℳ
5 Pfennig = 1/20 Mark = 0,05 ℳ
10 Pfennig = 1/10 Mark = 0,10 ℳ
20 Pfennig = 1/5 Mark = 0,20 ℳ
50 Pfennig = 1/2 Mark = 0,50 ℳ.

9. Münzen verschiedener Länder.

Belgien: 1 Franc à 100 Centimes	0,80	ℳ
Dänemark: 1 Krone à 100 Oere	1,125	„
England: 1 Schilling à 12 Pence	1,00	„
1 Pfund Sterling Gold à 20 Schilling .	20,43	„
Frankreich: 1 Franc à 100 Centimes	0,80	„
Italien: 1 Lira à 100 Centesimi	0,80	„
Niederlande: 1 Gulden à 100 Cents	1,70	„
Oesterreich: 1 Gulden Silber à 100 Kreuzer .	2,00	„
Rußland: 1 Silber-Rubel à 100 Kopeken . .	3,22	„
Schweden: 1 Krone à 100 Oere	1,125	„
Schweiz: 1 Franc à 100 Centimes	0,80	„
Spanien: 1 Peseta à 100 Cents	0,864	„
Vereinigte Staaten: 1 Gold-Dollar à 100 Cents	4,19	„
1 Silber-Dollar	4,00	„

II. Mathematik.

a. Arithmetik und Algebra.

1. Erklärung.

§ 1. Aus dem Gebiete der Mathematik kommen hier nur 2 Zweige in Frage, die Arithmetik und die Geometrie; erstere handelt von den Zahlengrößen, letztere von den räumlichen Größen.

§ 2. Sind 2 Größen einander gleich, so wird dies durch das Gleichheitszeichen ausgedrückt, z. B. $a = b$.

Diese Verbindung heißt Gleichung; die durch das Gleichheitszeichen verbundenen Ausdrücke nennt man Seiten der Gleichung und zwar a die linke, b die rechte Seite der Gleichung. Sind 2 Größen ungleich, so ist die eine stets größer oder kleiner als die andere. Ist a größer oder kleiner als b, so schreibt man $a > b$ oder $b < a$ d. h. a größer als b oder b kleiner als a. Diese Verbindung nennt man Ungleichung.

§ 3. Um die Gesetze der Zahlen-Größen als allgemein gültig darzustellen, wendet man die Buchstabenrechnung an. Unter jedem der Buchstaben kann man dann eine beliebige Zahl verstehen, jedoch mit der Beschränkung, daß derselbe Buchstabe in einer und derselben Rechnung stets dieselbe Zahl bedeutet. Die Gesetze werden durch Formeln dargestellt, d. h. durch eine Verbindung von Größen in Form einer Gleichung.

§ 4. Unter dem Ausdruck Rechnen versteht man eine Verbindung mehrerer Zahlengrößen in der Weise, daß daraus eine neue Zahlengröße hervorgeht.

§ 5. Die einzelnen Größen werden durch Rechnungszeichen verbunden +, —, ., :, plus, minus, mal, dividirt durch.

§ 6. Sollen mehrere Größen zusammen als eine Größe angesehen werden, so deutet man dies durch Klammern an, z. B. $a - (b + c)$, der Ausdruck $(b + c)$ ist als eine Größe zu betrachten.

2. Von den Summen, Differenzen, Producten und Brüchen.

§ 7. Sollen 2 Ausdrücke a und b addirt werden, so nennt man a und b die Summanden, $(a+b)$ die Summe.

§ 8. Eine Summe aus 2 Summanden heißt ein 2gliedriger Ausdruck, aus mehreren Summanden ein mehrgliedriger Ausdruck.

§ 9. Soll ein Ausdruck b von einem andern a subtrahirt oder abgezogen werden, so heißt a Minuend, b Subtrahend, $(a-b)$ Differenz.

§ 10. Einen Ausdruck a mit einem andern b multipliciren, heißt den Ausdruck a so oft addiren, als b Einheiten hat. Man nennt a und b Factoren, a Multiplicandus, b Multiplicator und $a.b$ Product. Statt $a.b$ schreibt man auch einfach ab; es ist also ab nicht mit $a+b$ zu verwechseln. Ein Product ist stets ein 1gliedriger Ausdruck. Kommt im Product derselbe Factor mehrmals vor, so schreibt man z. B. statt aa kürzer a^2, statt aaa kürzer a^3 u. s. w., man sagt dann a Quadrat, a zur 3ten Potenz, a zur 4ten Potenz u. s. w. a nennt man Dignand, die Zahl 2, 3 u. s. w, Exponent und den ganzen Ausdruck Potenz.

§ 11. Einen Ausdruck a durch einen andern b dividiren, heißt b so oft von a nehmen als es angeht, man schreibt dann $\frac{a}{b}$ oder $a:b$. Es heißt a Zähler, b Nenner, $\frac{a}{b}$ Bruch oder Quotient.

§ 12. Sollen mehrere Ausdrücke addirt oder subtrahirt werden, so löst man zunächst die etwa vorkommenden Klammern auf; steht vor der Klammer das Pluszeichen $+$, so bewirkt man die Auflösung dadurch, daß man die Klammern fortläßt und die Vorzeichen der einzelnen Ausdrücke nicht verändert; steht vor der Klammer das Minuszeichen $-$, so löst man dieselbe auf, indem man die Klammer fortläßt und dann die Vorzeichen aller Ausdrücke, die in den Klammern standen, umkehrt d. h. $+$ in $-$ und $-$ in $+$ verwandelt. Ist z. B. der Ausdruck $a+(b+c)$ gegeben, so löst man die Klammer auf, indem man sie einfach fortläßt, und keine weiteren Veränderungen vornimmt; es ist also $a+(b+c)=a+b+c$; bei dem Ausdrucke $a-(b+c-d)$ löst man die Klammer, weil $-$ davor steht, auf, indem man sie fortläßt, und dann alle Vorzeichen, welche innerhalb der Klammer stehen, umkehrt; es ist also $a-(b+c-d)=a-b-c+d$.

Ebenso ist $a + b - (d + e) + (g + f - h) = a + b - d - e + g + f - h$.

Ferner $a - (b - c + d - e) - (g + h) + (l + m) = a - b + c - d + e - g - h + l + m$.

§ 13. Steht in einem mehrgliedrigen, eingeklammerten Ausdruck ein Ausdruck, der ebenfalls eingeklammert ist, so löst man zunächst den innern auf und dann erst den äußern, z. B.

$$a - [b + c - (d + e) + f] =$$
$$a - (b + c - d - e + f) =$$
$$a - b - c + d + e - f.$$

§ 14. Ein 1gliedriger Ausdruck kann verschieden zusammengesetzt sein, z. B.

$$a, \ 2a, \ ab, \ a^2, \ a^2b, \ ab^2, \ 4a^2b$$

sind sämmtlich 1gliedrige Ausdrücke. Die Buchstaben in den einzelnen Ausdrücken nennt man die Hauptgröße; haben die Buchstaben Exponenten, so gehören diese zur Hauptgröße; der Zahlen-Factor, mit dem die Hauptgröße multiplicirt werden soll, heißt Coefficient; es ist also in

$2a$	die Hauptgröße	$= a$,	der Coefficient	$= 2$
$4ab$	„ „	$= ab$,	„ „	$= 4$
$4a^2b$	„ „	$= a^2b$,	„ „	$= 4$

Ausdrücke, deren Hauptgrößen einander vollständig gleich sind, heißen gleichnamig.

§ 15. Hat man nun bei der Addition oder Subtraction mehrerer Ausdrücke zunächst die Klammern aufgelöst, so ordne man die einzelnen Glieder so, daß die gleichnamigen zusammenstehen, addire die Coefficienten der gleichnamigen Hauptgrößen und multiplicire die entstandenen Summen der Coefficienten mit den dazu gehörigen Hauptgrößen. Die Reihenfolge der einzelnen Factoren einer Hauptgröße ist gleichgültig; es sind also z. B. die Hauptgrößen ab und ba gleichnamig.

Steht bei einer Hauptgröße kein Coefficient, so ist stets als Coefficient die Zahl 1 anzunehmen; also a ist $= 1a$; es ist daher $a + a = 2a$; $a + 4a = 5a$. Sind die nachstehenden geordneten Ausdrücke $2ab + 3ab - ab$ gegeben, so würde man diese nach der vorher aufgestellten Regel zusammenziehen können, indem man die Coefficienten addirt, also $2 + 3 - 1 = 4$ und dann die Summe 4 mit der Hauptgröße ab multiplicirt, also $2ab + 3ab - ab = 4ab$. Es werden häufig im Anfang beim Zusammenziehen gleich*namiger* Ausdrücke mit dem Minuszeichen

Fehler gemacht, so z. B. ist man geneigt $-6a - 4a = 2a$ zu berechnen, während es $= -10a$ ist.

Beispiele.

1) $a + 2b + (a + f) - (b + b^2)$,

Klammern aufgelöst:

$$a + 2b + a + f - b - b^2,$$

die gleichnamigen Ausdrücke geordnet:

$$a + a + 2b - b + f - b^2,$$

die Coefficienten addirt:

$$2a + b + f - b^2,$$

oder da man gewöhnlich die einzelnen Glieder nach der alphabetischen Reihenfolge der Hauptgrößen ordnet:

$$2a + b - b^2 + f.$$

2) $2a - 10a - 6a^2 + 6b - 4b + c - (6a^2 - 2c) =$
$2a - 10a - 6a^2 + 6b - 4b + c - 6a^2 + 2c =$
$\underbrace{2a - 10a}_{-8a} - \underbrace{6a^2 + 6a^2}_{-12a^2} + \underbrace{6b - 4b}_{+2b} + \underbrace{c + 2c}_{+3c} =$
$-8a - 12a^2 + 2b + 3c.$

3) $3a + 4b + 6c - (2b - d) - [4a + b - (a + b)] =$
$3a + 4b + 6c - 2b + d - [4a + b - a - b] =$
$3a + 4b + 6c - 2b + d - 4a - b + a + b =$
$\underbrace{3a - 4a + a}_{0} + \underbrace{4b - 2b - b + b}_{+2b} + 6c + d =$
$0 + 2b + 6c + d = 2b + 6c + d.$

In der Regel schreibt man die gleichnamigen Glieder untereinander, z. B.:

4) $a - (a + b) - b + cd - (a + 2bc) =$
$a - a - b - b + cd - a - 2bc =$

$$\begin{array}{l} a - b + cd - 2bc \\ -a - b \\ -a \\ \hline -a - 2b + cd - 2bc. \end{array}$$

Zur Uebung mögen noch folgende Beispiele dienen:

5) $3a - (6b + 2a) - [4a + b - (c + d)] =$
$-3a - 7b + c + d.$

6) $6 - 5a + 10b - (a + 13) = -6a + 10b - 7.$

7) $a^3 - (3a^2b - 3ab^2) + 6ab^2 + 6a^2b + a^3 = 2a^3 +$
$3a^2b + 9ab^2.$

8) $a + b - [b + c - (c + d) - (e + f)] = a + d + e + f$.

§ 16. Sollen 2 Ausdrücke mit einander multiplicirt werden, so ist in Bezug auf das Vorzeichen (+ und —) Folgendes zu merken: Gleiche Vorzeichen geben +; ungleiche Vorzeichen geben — z. B.:

$$(+a).(-b) = -ab;\quad (-a).(+b) = -ab$$
$$(+a).(+b) = +ab;\quad (-a).(-b) = +ab.$$

Sollen 2 eingliedrige Ausdrücke multiplicirt werden, so fügt man dem Product der Coefficienten das der Hauptgrößen also Factor hinzu, z. B. $5a.7a = 35a^2$, man verwechsle dies aber nicht mit $5a + 7a = 12a$.

$$4ac.8b = 32abc;\quad 3ab.9abc = 27\,a^2b^2c.$$

Ein mehrgliedriger Ausdruck wird mit einem eingliedrigen multiplicirt, wenn man jedes Glied des mehrgliedrigen Ausdrucks mit dem eingliedrigen Ausdruck multiplicirt, z. B.:

1) $(a + b).a = a^2 + ab$, man verwechsle dies nicht mit $(ab).a = a^2.b$.

2) $4b.(c + d) = 4b.c + 4b.d = 4bc + 4bd$.

3) $-3a.(e - f) = -3a.e - 3a(-f) = -3ae + 3af = -(3ae - 3af)$.

4) $(2a + 3b + 4c).4a = 8a^2 + 12ab + 16ac$.

Zwei mehrgliedrige Ausdrücke werden mit einander multiplicirt, wenn man alle Glieder des einen mit allen Gliedern des andern multiplicirt, z. B.:

$(a + b).(a + b) =$
$aa + ab + ba + bb = a^2 + 2ab + b^2$.

Es sei hier bemerkt, daß $ab = ba$ ist, da die Ordnung der Factoren gleichgültig ist.

Besteht ein Product aus mehr als 2 Factoren, so multiplicirt man erst zwei Factoren mit einander, dann das Product mit dem 3. Factor u. s. w., wie z. B.:

$$(a + b).(a + b).(a + b)$$

zuerst $(a + b).(a + b) = a^2 + 2ab + b^2$, dann

$$(a^2 + 2ab + b^2).(a + b) =$$

$$\begin{array}{r|rrrr} +a & a^3 + & 2a^2b + & ab^2 & \\ +b & & + a^2b & + 2ab^2 & + b^3 \\ \hline & a^3 + & 3a^2b + & 3ab^2 & + b^3 \end{array}$$

§ 17. Mehrgliedrige Ausdrücke, deren Glieder einen Factor gemein haben, werden *häufig als* Producte dargestellt, z. B.:

$$ab + ac = a(b + c)$$
$$ab - ac = a(b - c).$$

Löst man die Klammern auf, so erhält man wieder die ursprünglichen Ausdrücke. Eine solche Umwandlung der Ausdrücke kommt namentlich häufig bei Auflösung der Gleichungen vor.

Beispiele:

1) $(2 + 4a + \frac{3}{4}x) . 3x =$

$2 . 3x + 4a . 3x + \frac{3}{4}x . 3x =$

$6x + 12ax + \frac{9x^2}{4}$

2) $(3 - 2x + x^2) . (5 - x) =$

$$\begin{array}{r|l} +5 & 15 - 10x + 5x^2 \\ -x & \quad - \;\; 3x + 2x^2 - x^3 \\ \hline & 15 - 13x + 7x^2 - x^3 \end{array}$$

3) $\left(4 + \frac{1}{3}x + \frac{1}{2}x^2\right) . \left(4 - \frac{x}{3}\right) =$

$$\begin{array}{r|l} +4 & 16 + \frac{4}{3}x + \frac{4}{2}x^2 \\ -\frac{x}{3} & \quad - \frac{4}{3}x - \frac{1}{9}x^2 - \frac{1}{6}x^3 \\ \hline & 16 + \frac{17}{9}x^2 - \frac{1}{6}x^3 \end{array}$$

4) $(a + b + c) . (a - b - c) =$

$$\begin{array}{r|l} +a & a^2 + ab + ac \\ -b & \quad - ab \qquad - b^2 - bc \\ -c & \qquad\quad - ac \qquad - bc - c^2. \\ \hline & a^2 - b^2 - 2bc - c^2 \end{array}$$

Zur Uebung mögen noch folgende Beispiele dienen:

5) $(1 + 2x + 3a + 4d . (-2a) = -2a - 4ax - 6a^2 - 8ad$

6) $\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}x\right) . \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5}x\right) = \frac{1}{8} + \frac{1}{60}x - \frac{1}{15}x^2$

§ 18. Sind bei der Addition und Subtraction mehrerer Ausdrücke Glieder vorhanden, welche Producte aus mehrgliedrigen Factoren sind, so löst man die Klammern auf, indem man die Faktoren mit einander multiplicirt und so einfache Producte erhält.

Beispiele:

1) $2a^2 + 4b\ (c + d) - 3a\ (e - f) =$
$2a^2 + 4bc + 4bd - 3ae + 3af$

2) $9a^2 - 2ab + (3a + b) . (5a - 2b)$

Klammern aufgelöst (§ 18) und (§ 16)

$(3a + b).(5a - 2b) =$

$$\begin{matrix} +5a \\ -2b \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 15a^2 + 5ab & \\ \quad\ - 6ab - 2b^2 \end{matrix} \right.$$

$15a^2 - ab - 2b^2$ dies eingesetzt

$9a^2 - 2ab + (15a^2 - ab - 2b^2)$

Klammer aufgelöst giebt (§ 12)

$9a^2 - 2ab + 15a^2 - ab - 2b^2$

die gleichnamigen Ausdrücke geordnet (§ 15)

$9a^2 - 15a^2 - 2ab - ab - 2b^2 =$
$24a^2 - 3ab - 2b^2$

3) $a + b - c . (e + f) + a - (b + c) . (d + e)$

zuerst werden durch Multipliciren einfache Producte hergestellt $c . (e + f) = ce + cf$ ferner $(b + c) . (d + e) =$
$bd + dc + eb + ec$

beide Ausdrücke eingesetzt giebt:

$a + b - (ce + cf) + a - (bd + dc + eb + ec)$

jetzt die kleinen Klammern aufgelöst, giebt:

$a + b - ce - cf + a - bd - dc - eb - ec$

die gleichnamigen Ausdrücke geordnet, giebt:

$a + a + b - ce - ec - cf - bd - dc - eb =$
$2a + b - 2ce - cf - bd - cd - eb.$

Zur ferneren Uebung noch folgende Beispiele:

4) $b + c - d\ (f + g) + b - (c + d) . (e + f) =$
$2b + c - 2df - dg - ce - ed - cf$

5) $(a + b) . (c + d) + (e + f) . (g + h) = ac + cb +$
$ad + db + eg + gf + eh + hf$

6) $(a - b) . (c - d) - (e - f) . (g - h) =$
$ac - bc - ad + bd - eg + fg + eh - hf$

§ 19. Beim Dividiren gilt in Bezug auf die Vorzeichen dieselbe Regel wie beim Multipliciren. Gleiche Vorzeichen geben +, ungleiche Vorzeichen geben —.

2 eingliedrige Ausdrücke dividirt man durch einander, indem man dem Bruch ihrer Coefficienten den Bruch der Hauptgrößen als Factor hinzufügt, z. B.:

$$15ab : 3cd = \frac{15}{3} \cdot \frac{ab}{cd} = 5\,\frac{ab}{cd}$$

$$\frac{32abc}{8b} = \frac{4abc}{b} = 4ac \text{ (vergl. § 20)}$$

Soll ein mehrgliedriger Ausdruck durch einen 1gliedrigen Ausdruck dividirt werden, so dividirt man seine Glieder einzeln durch denselben, z. B.

$$(10a + 6ab + 4c)\ 2d =$$

$$\frac{10a}{2d} + \frac{6ab}{2d} + \frac{4c}{2d} = \frac{5a}{d} + \frac{3ab}{d} + \frac{2c}{d}$$

Die selten vorkommende Division mehrgliedriger Ausdrücke mag an einem Beispiele gezeigt werden: $a^3 + a^2b - ab^2 - b^3) : (a - b)$.

Man suche zuerst den Quotienten aus dem ersten Gliede des Divisors a in das erste des Dividenden $a^3 = a^2$ und bilde das Product dieses Quotienten mit dem ganzen Divisor, welches vom Dividenden abgezogen wird.

$$\begin{array}{lllll} & (a^3 + & a^2b - & ab^2 - b^3 : (a - b) = a^2) \\ a^2(a - b) = & a^3 - & a^2b & \\ & & a^2b - (-a^2b) - & ab^2 - b^3 = \\ & & 2a^2b - & ab^2 - b^3 \end{array}$$

Man bestimme wieder den Quotienten des ersten Divisorgliedes in das erste Glied des gebliebenen Restes = $2ab$, bilde das Product dieses Quotienten mit dem ganzen Divisor und subtrahire dasselbe vom obigen Reste:

$$\begin{array}{llll} & (2a^2b - & ab^2 - b^3) : (a - b) = 2ab \\ 2ab(a - b) = & 2a^2b - & 2ab^2 \\ & - ab^2 - (-2ab^2) - b^3 = & \\ & + & ab^2 - b^3 \end{array}$$

Die Fortsetzung des zwei Male wiederholten Verfahrens giebt:

$$\begin{array}{ll} & (ab^2 - b^3) : (a - b) = b^2 \\ b^2 . (a - b) & ab^2 - b^3 \\ & 0 \end{array}$$

Summe des Quotienten $a^2 + 2ab + b^2$

Als Uebungsbeispiele dienen:

$$|a^2(15 - 18b) + 2ab(1 + 6b) - 8b^2| : (3a - 2b) = 5a + 4b - 6ab$$

$$(a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 : (a^2 + 2ab + b^2) = a + b$$

§ 20. Wenn Zähler und Nenner eines Bruches einen oder mehrere gemeinschaftliche Factoren haben, so kann man diese gemeinschaftlichen Factoren weglassen.

Man nennt dies Aufheben, z. B.:

$$\frac{4a}{7a} = \frac{4}{7} \text{ weil man a aufheben kann.}$$

§ 21. Der Werth eines Bruches verändert sich nicht, wenn man Zähler und Nenner durch dieselbe Zahl dividirt, oder mit derselben Zahl multiplicirt, z. B.:

$$\frac{a}{b} = \frac{a.c}{b.c};\ \frac{a}{b} = \frac{a/c}{b/c};\ \frac{4}{5} = \frac{4.3}{5.3} = \frac{12}{15} = \frac{4}{5};$$

$$\frac{4}{6} = \frac{4/2}{6/2} = \frac{2}{3} = \frac{4}{6}.$$

§ 22. Brüche mit gleichem Nenner werden addirt oder subtrahirt, wenn man ihre Zähler addirt oder subtrahirt; sollen Brüche mit ungleichem Nenner addirt werden, so muß man zuvor dieselben auf den Generalnenner bringen, d. h. man muß einen Nenner suchen, in welchem alle gegebenen Nenner aufgehen. Die Verwandlung der einzelnen Brüche geschieht nach § 21, z. B.:

$$\frac{a}{c} + \frac{b}{c} = \frac{a+b}{c};\ \frac{a}{c} - \frac{b}{c} = \frac{a-b}{c};\ \frac{a}{b} + \frac{c}{d}$$

muß zunächst auf den Generalnenner gebracht werden, derselbe ist = b d, weil beide Nenner hierin aufgehen; es muß also der Zähler und Nenner des Bruches $\frac{a}{b}$ mit d, des Bruches $\frac{c}{d}$ mit b multiplicirt werden, da beide Brüche hierdurch gleichen Nenner bekommen, ohne daß der Werth der Brüche verändert wird, also

$$\frac{a.d}{b.d} + \frac{c.b}{d.b} = \frac{ad + cb}{ab}$$

§ 23. Ein Bruch wird mit einer Zahl multiplicirt, wenn man den Zähler mit der Zahl multiplicirt, er wird dividirt, wenn man den Nenner mit der Zahl multiplicirt, z. B.:

$$\frac{a}{b}.c = \frac{a.c}{b};\ \frac{a}{b} : c = \frac{a}{b.c};\ \frac{4}{3}x = \frac{4x}{3}$$

§ 24. Zwei Brüche werden mit einander multiplicirt, wenn man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multiplicirt, z. B.:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$$

§ 25. Eine ganze Zahl oder ein Bruch wird durch einen Bruch dividirt, wenn man den Bruch umkehrt und dann multiplicirt, z. B.:

$$a : \frac{b}{c} = a \cdot \frac{c}{b}; \quad \frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{b}{a} \cdot \frac{d}{c}.$$

Beispiele:

1) $\left(\frac{4a}{3b} + 3d + \frac{5b}{6c}\right) . 6b =$

ausmultiplicirt

$$\frac{4a \cdot 6b}{3b} + 3d \cdot 6 \cdot b + \frac{5b \cdot 6 \cdot b}{6c} =$$

aufgehoben

$$4a \cdot 2 + 3 \cdot 6 \cdot bd + \frac{5b \cdot b}{c} = 8a + 18bd + \frac{5b^2}{c}$$

2) $\left(\frac{3b}{c} + \frac{6a}{b} + \frac{4c}{b}\right) . \frac{bc}{3a}$

ausmultiplicirt

$$\frac{3b \cdot bc}{c \cdot 3a} + \frac{6a \cdot bc}{b \cdot 3a} + \frac{4c \cdot bc}{b \cdot 3a}$$

geordnet

$$\frac{3b^2c}{3ac} + \frac{6abc}{3ab} + \frac{4bc^2}{3ab}$$

aufgehoben

$$\frac{b^2}{a} + 2c + \frac{4c^2}{3a}$$

3) $\left(4a^2 + 3ab + \frac{2a}{b}\right) : 8ab$

jedes Glied dividirt

$$\frac{4a^2}{8ab} + \frac{3ab}{8ab} + \frac{2a}{8ab^2}$$

aufgehoben

$$\frac{a}{2b} + \frac{3}{8} + \frac{1}{4b^2}$$

4) $\left(\frac{6a}{4b} + 2b + \frac{2b}{6a}\right) : \frac{2a}{3b}$

Bruch umgekehrt und ausmultiplicirt

$$\frac{6a \cdot 3b}{4b \cdot 2a} + \frac{2b \cdot 3b.}{2a} + \frac{2b \cdot 3b}{6a \cdot 2a} = \frac{9}{4} + \frac{3b^2}{a} + \frac{b^2}{2a^2}$$

5) $\frac{a}{2b} + \frac{3}{8} + \frac{1}{4b^2}$ soll auf den Generalnenner gebracht werden. Der Generalnenner ist $8b^2$, weil jeder der gegebenen Nenner in demselben aufgeht. Um nun die einzelnen Glieder auf den Generalnenner zu bringen, dividirt man mit jedem Nenner einzeln in den Generalnenner hinein und multiplicirt mit dem Resultat den Nenner und den dazu gehörigen Zähler: also

$$\frac{8b^2}{2b} = 4b; \frac{8b^2}{8} = b^2; \frac{8b^2}{4b^2} = 2$$

$$\frac{a \cdot 4b}{2b \cdot 4b} + \frac{3 \cdot b^2}{8 \cdot b^2} + \frac{1 \cdot 2}{4b^2 \cdot 2} = \frac{4ab}{8b^2} + \frac{3b^2}{8b^2} + \frac{2}{8b^2} =$$

$$\frac{4ab + 3b^2 + 2}{8b^2}$$

Zur Uebung folgende Beispiele:

6) $3d + \frac{5e}{2f} + \frac{3g}{7h}$ soll in einen Bruch verwandelt werden $= \frac{42dfh + 35eh + 6fg}{14fh}$

7) $\left(\frac{c}{d} + \frac{2e}{3f} + 4 + \frac{3g}{8h}\right) : 6cg =$

$$\frac{1}{6dg} + \frac{e}{9cfg} + \frac{2}{3cg} + \frac{1}{16ch}$$

8) $\left(a + \frac{b}{c} + \frac{3d}{4g}\right) \cdot \frac{9cd}{2ab} =$

$$\frac{9cd}{2b} + \frac{9d}{2a} + \frac{27cd^2}{8abg}$$

9) $\left(2d + \frac{3e}{5f}\right) : \frac{3d}{2f} = \frac{4f}{3} + \frac{6e}{15d}$

10) $\frac{2a}{8b} + 5c + 7d$ soll in einen Bruch verwandelt werden $= \frac{2a + 15bc + 21bd}{8b}$

3. Von den Decimalbrüchen.

§ 26. Decimalbruch nennt man einen Bruch, dessen Nenner eine Potenz (s. § 10) von 10 ist. Geschrieben wird ein Decimalbruch so, daß man nur den Zähler hinschreibt und von demselben von rechts nach links so viele Ziffern durch ein Komma abstreicht, als der Nenner Nullen hat; stehen dann vor dem Komma noch Zahlen, so sind dies Ganze; stehen keine Zahlen vor dem Komma, so wird eine Null davor geschrieben, zum Zeichen, daß keine Ganzen vorhanden sind.

$$\frac{482}{100} = 4{,}82$$

$$\frac{769}{1000} = 0{,}769$$

$$\frac{7983564}{1000000} = 7{,}983564$$

Ein Decimalbruch ist also gleich einem gemeinen Bruch, der als Zähler sämmtliche Ziffern des Decimalbruchs hat und als Nenner eine 1 mit so vielen Nullen als Ziffern hinter dem Komma von links nach rechts stehen. Der Decimalbruch 0,5 wird gelesen: Null Komma 5, oder Null Ganze und 5 Zehntel; 4,3 = Vier Komma 3, oder: 4 Ganze und 3 Zehntel. Die Ziffern hinter dem Komma bezeichnet man mit dem Namen Decimalstellen in der Weise, daß die erste Ziffer hinter dem Komma die erste Decimalstelle, die zweite Ziffer die zweite Decimalstelle u. s. w. bedeutet.

$$\frac{635}{1000} = 0{,}635$$

$$\frac{52}{100} = 0{,}52.$$

Hat der Zähler weniger Ziffern als der Nenner Nullen hat, so ersetzt man die fehlenden Ziffern durch Nullen, welche unmittelbar hinter dem Komma, also vor den übrigen Ziffern zu stehen kommen und schreibt dann noch eine Null vor das Komma, z. B.:

$$\frac{6}{100} = 0{,}06$$

$$\frac{52}{10000} = 0{,}0052.$$

§ 27. Ein Decimalbruch wird mit 10 multiplicirt, wenn man das Komma um eine Ziffer von links nach rechts rückt; durch 10 dividirt, wenn man das Komma um eine Ziffer von rechts nach links rückt, z. B.:

$0{,}8 \,.\, 10 = 8{,}0$ nämlich $\frac{8}{10} \,.\, 10 = \frac{8 \,.\, 10}{10} = 8$

$4{,}325 \,.\, 10 = 43{,}25$

$45{,}23 : 10 = 4{,}523$

$0{,}8 : 10 = 00{,}8 \left(\frac{8}{10} : 10 = \frac{8}{10 \,.\, 10} = \frac{8}{100}\right)$

§ 28. Ein Decimalbruch verändert seinen Werth nicht,
: man an der rechten Seite eine oder mehrere Nullen an=
t oder fortläßt, z. B.:

$$0{,}8 = 0{,}80 \left(\frac{8}{10} = \frac{80}{100}\right)$$
$$0{,}435 = 0{,}4350 = 0{,}43500.$$

§ 29. Man verwandelt einen gemeinen Bruch in einen
malbruch, indem man mit dem Nenner in den Zähler
ˈirt, z. B.:

$\frac{3}{4}$; statt des Zählers 3 schreibt man 3,00 . . wodurch der Werth von 3 nicht verändert wird; das Anhängen der Nullen erfolgt so lange, bis die Division aufgeht. Das Resultat, welches man durch das Dividiren bekommt (= Quotient), erhält so viel Decimalstellen, als man dem Zähler Nullen angehängt hat; oder man schneidet von rechts nach links vom Quotienten so viele Ziffern durch das Komma ab, als dem Zähler Nullen angehängt sind.

```
4 | 3,00 | 0,75
    28
     20
     20
```

```
5
- ; 8 | 5,000 | 0,625
8       48
         20
         16
          40
          40
```

$\frac{27}{32}$; 32 | 27,00000 = 0,84375

```
256
 140
 128
  120
   96
  240
  224
   160
   160
```

Bei den meisten Brüchen geht die Rechnung nicht auf; wie weit man auch die Rechnung fortsetzt, es bleibt immer ein Rest. Man bricht dann die Rechnung an irgend einer Stelle ab und bekommt einen Näherungswerth des gemeinen Bruches. Der Fehler ist um so kleiner, je größer die Anzahl der Decimalstellen des Näherungswerthes genommen wird. Hierin liegt der Grund, weshalb bei Rechnung mit Decimalen eine absolute Richtigkeit in den meisten Fällen nicht erzielt wird; für die Praxis ist dies jedoch unwesentlich, da man in den Fällen, wo eine möglichst absolute Richtigkeit wünschenswerth ist, mit möglichst vielen Decimalstellen rechnen kann.

$\frac{6}{7}$: 7 | 6,0000000 | 0,857142857 ....

```
56
 40
 35
  50
  49
   10
    7
   30
   28
    20
    14
     60
     56
      40
      35
       50
```

Von der 2ten 8 an wiederholen sich die Ziffern bis in's Unendliche.

$\frac{2}{3}$; 3 | 2,000000 | 0,6666...
18
20

$\frac{1}{6}$; 6 | 1,000 | 0,1666......
6
40
36
40

§ 30. Decimalbrüche werden addirt oder von einander subtrahirt wie ganze Zahlen, wenn man die Zahlen so unter einander schreibt, daß Komma unter Komma steht und durch Anhängen von Nullen die Anzahl der Decimalstellen gleich macht.

4,67	767,345	4,500
1,23	10,200	3,760
5,90	777,545	12,456
		20,716

1654,3567	89,4500
—1,4300	—3,0675
1652,9267	83,3825

§ 31. Decimalbrüche werden wie gewöhnliche Zahlen multiplicirt ohne Rücksicht auf das Komma; erst nachdem die Multiplication ausgeführt, streicht man von rechts nach links so viel Decimalstellen durch das Komma ab, als beide Factoren zusammen Decimalstellen haben, z. B.:

4,62 . . . . . . 2 Decimalstellen,
1,3 . . . . . . 1 „
1386 3 Decimalstellen.
462
6,006 es werden 3 Stellen durch das Komma abgestrichen.

345,61
23,45
172805
138244
103683
69122
8104,5545 *weil obige* Factoren zusammen 4 Decimal=

stellen haben; werden auch von dem Product 4 Stellen durch das Komma von rechts nach links abgestrichen.

§ 32. Bevor man 2 Decimalbrüche durch einander dividirt, bringt man dieselben durch Anhängung von Nullen auf gleiche Anzahl von Decimalstellen. Ist dies geschehen, so dividirt man wie mit ganzen Zahlen ohne Rücksicht auf das Komma im Zähler und Nenner wie bei der Verwandlung eines gemeinen Bruchs in einen Decimalbruch (s. § 29), z. B.:

$$\frac{4,804}{1,2} = \frac{4,804}{1,200} = \frac{4804}{1200} =$$

1200 | 4804 | 4,0033 . . .
4800
4000
3600
4000

$$\frac{35,402}{1,01} = \frac{25,402}{1,010} = \frac{35402}{1010}$$

1010 | 35402 | 35,051 . . .
3030
5102
5050
5200
5050
1500
1010 u. s. w.

Das Komma wird gesetzt, sobald das Dividiren in die ganzen Zahlen aufhört und man den Resten Nullen anhängen muß, um weiter dividiren zu können, oder mit anderen Worten: der Quotient erhält so viel Decimalstellen, als bei der Division den Resten Nullen angehängt sind.

$$\frac{0,054}{0,0967} = \frac{0,0540}{0,0967} = \frac{540}{967}$$

967 | 540,0 | 0,558 . . . .
4835
5650
4835
8150
7736
414 u. s. w.

4. Von dem Potenziren und Wurzelausziehen.

§ 33. Die Potenz a^m ist ein Product aus m gleichen Factoren, deren jeder = a ist, a heißt Dignand, m Exponent.

Die Rechnung mit Potenzen soll nachstehend nur in Formeln angeführt werden.

1) $(a . b)^m = a^m . b^m$ z. B.:
$(a . b)^4 = a^4 . b^4$ also $(2 . 3)^2 = 2^2 . 3^2 = 36$

2) $\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}$ z. B.:

$\left(\frac{a}{b}\right)^4 = \frac{a^4}{b^4}$ also $\left(\frac{2}{4}\right)^3 = \frac{2^3}{4^3} = \frac{8}{64} = \frac{1}{8}$

3) $a^m . a^n = a^{m+n}$ z. B.:
$a^4 . a^2 = a^{4+2} = a^6$ also nicht wie die Anfänger gewöhnlich glauben $a^{4 \cdot 2} = a^8$
$2^3 . 2^3 = 2^5 = 32 = 2 . 2 . 2 .. 2 . 2$

4) $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ z. B.:
$\frac{a^5}{a^2} = a^{5-2} = a^3$ also $\frac{2^5}{2^2} = 2^3 = 8$

5) $(a^m)^{n = m \cdot n}$
$(a^4)^2 = a^{4 \cdot 2} = a^8$ (s. Nr. 3) also $(2^3)^2 = 2^6 = 64$

Beispiele:

1) $(5a^3b^2 + 7ab^4) . 3ab^2 =$
$15a^{3+1}b^{2+2} + 21a^{1+1}b^{4+2} = 15a^4b^4 + 21a^2b^6$

2) $\frac{25a^4b^9}{15a^3b^7c} = \frac{5a^{4-3}b^{9-7}}{3c} = \frac{5ab^2}{3c}$

3) $\frac{10a^2b^2}{5ab} = 2ab$

§ 34. Die häufigste Anwendung findet die 2te Potenz. Die Regeln für die Rechnung ergeben sich aus vorstehenden Formeln. Wird ein 2gliedriger Ausdruck in's Quadrat erhoben, so genügt es nicht, jedes Glied in's Quadrat (zur 2ten Potenz) zu erheben, sondern der ganze Ausdruck muß mit sich selbst ausmultiplicirt werden, z. B.:
$(a + b)^2$ ist nicht $= a^2 + b^2$, sondern die nachstehende Rechnung zeigt $= a^2 + 2ab + b^2$

nämlich

$$(a + b) . (a + b) =$$

$$\begin{array}{r|l} +a & a^2 + ab \\ +b & \quad + ba + b^2 \\ \hline & a^2 + 2ab + b^2 \end{array}$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a - b) . (a - b)$$

$$\begin{array}{r|l} +a & a^2 - ab \\ -b & \quad - ba + b^2 \\ \hline & a^2 - 2ab + b^2 \end{array}$$

Aus Vorstehendem geht hervor, daß das Quadrat eines 2gliedrigen Ausdrucks aus 3 Theilen besteht, aus dem Quadrate des ersten Gliedes, dem doppelten Product beider Glieder und dem Quadrat des letzten Gliedes.

Auf diesem Lehrsatz beruht die Methode des numerischen Ausziehens der Quadratwurzel, s. § 37.

§ 35. Unter Quadratwurzel einer Zahl versteht man diejenige Zahl, welche in's Quadrat erhoben die gegebene Zahl giebt. Statt Quadratwurzel aus a schreibt man $\sqrt{a}$. Es ist z. B. $a = \sqrt{a^2}$, weil a in's Quadrat erhoben den unter dem Wurzelzeichen befindlichen Ausdruck giebt. Die dritte Wurzel aus einer Zahl ist diejenige Zahl, welche 3mal mit sich selbst multiplicirt die gegebene Zahl giebt. Soll eine 3te Wurzel ausgezogen werden, so deutet man dies dadurch an, daß man eine 3 oberhalb des Wurzelzeichens schreibt, also

$$\sqrt[3]{a} = \text{dritte Wurzel aus } a.$$

§ 36. Die Rechnung mit Wurzeln soll in nachstehenden Formeln angeführt werden.

1) $\sqrt{a^2} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a} = a$ also $\sqrt{4^2} = 4$

2) $\sqrt{a^2 . b^2} = \sqrt{a^2} . \sqrt{b^2} = ab$, also $\sqrt{4^2} . \sqrt{2^2} = 4 . 2 = 8$

3) $\sqrt{\frac{a^2}{b^2}} = \frac{\sqrt{a^2}}{\sqrt{b^2}} = \frac{a}{b}$ also $\sqrt{\frac{4^2}{2^2}} = \frac{4}{2} = 2$

4) $\frac{a}{\sqrt{a}} = \frac{\sqrt{a} . \sqrt{a}}{\sqrt{a}} = \sqrt{a}$ also $= \frac{16}{\sqrt{16}} = \sqrt{16}$

5) $\frac{\sqrt{a}}{a} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a} . \sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{a}}$ also $\frac{\sqrt{16}}{16} = \frac{1}{\sqrt{16}} = \frac{1}{4}$

4. Von dem Potenziren und Wurzelausziehen.

§ 33. Die Potenz a^m ist ein Product aus m gleichen Factoren, deren jeder $= a$ ist, a heißt Dignand, m Exponent.

Die Rechnung mit Potenzen soll nachstehend nur in Formeln angeführt werden.

1) $(a.b)^m = a^m.b^m$ z. B.:
$(a.b)^4 = a^4.b^4$ also $(2.3)^2 = 2^2.3^2 = 36$

2) $\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}$ z. B.:

$\left(\frac{a}{b}\right)^4 = \frac{a^4}{b^4}$ also $\left(\frac{2}{4}\right)^3 = \frac{2^3}{4^3} = \frac{8}{64} = \frac{1}{8}$

3) $a^m.a^n = a^{m+n}$ z. B.:
$a^4.a^2 = a^{4+2} = a^6$ also nicht wie die Anfänger gewöhnlich glauben $a^{4\cdot 2} = a^8$
$2^3.2^3 = 2^5 = 32 = 2.2.2.2.2$

4) $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$ z. B.:

$\frac{a^5}{a^2} = a^{5-2} = a^3$ also $\frac{2^5}{2^2} = 2^3 = 8$

5) $(a^m)^n = ^{m \cdot n}$
$(a^4)^2 = a^{4\cdot 2} = a^8$ (s. Nr. 3) also $(2^3)^2 = 2^6 = 64$

Beispiele:

1) $(5a^3b^2 + 7ab^4).3ab^2 =$
$15a^{3+1}b^{2+2} + 21a^{1+1}b^{4+2} = 15a^4b^4 + 21a^2b^6$

2) $\frac{25a^4b^9}{15a^3b^7c} = \frac{5a^{4-3}b^{9-7}}{3c} = \frac{5ab^2}{3c}$

3) $\frac{10a^2b^2}{5ab} = 2ab$

§ 34. Die häufigste Anwendung findet die 2te Potenz. Die Regeln für die Rechnung ergeben sich aus vorstehenden Formeln. Wird ein 2gliedriger Ausdruck in's Quadrat erhoben, so genügt es nicht, jedes Glied in's Quadrat (zur 2ten Potenz) zu erheben, sondern der ganze Ausdruck muß mit sich selbst ausmultiplicirt werden, z. B.:
$(a + b)^2$ ist nicht $= a^2 + b^2$, sondern die nachstehende Rechnung zeigt $= a^2 + 2ab + b^2$

nämlich

$$
\begin{array}{ll}
 & (a + b) \cdot (a + b) = \\
\begin{matrix} + a \\ + b \end{matrix} & \left\{ \begin{matrix} a^2 + ab \\ \quad + ba + b^2 \end{matrix} \right. \\
 & a^2 + 2ab + b^2
\end{array}
$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$
\begin{array}{ll}
 & (a - b) \cdot (a - b) \\
\begin{matrix} + a \\ - b \end{matrix} & \left\{ \begin{matrix} a^2 - ab \\ \quad - ba + b^2 \end{matrix} \right. \\
 & a^2 - 2ab + b^2
\end{array}
$$

Aus Vorstehendem geht hervor, daß das Quadrat eines 2gliedrigen Ausdrucks aus 3 Theilen besteht, aus dem Quadrate des ersten Gliedes, dem doppelten Product beider Glieder und dem Quadrat des letzten Gliedes.

Auf diesem Lehrsatz beruht die Methode des numerischen Ausziehens der Quadratwurzel, s. § 37.

§ 35. Unter Quadratwurzel einer Zahl versteht man diejenige Zahl, welche in's Quadrat erhoben die gegebene Zahl giebt. Statt Quadratwurzel aus a schreibt man $\sqrt{a}$. Es ist z. B. $a = \sqrt{a^2}$, weil a in's Quadrat erhoben den unter dem Wurzelzeichen befindlichen Ausdruck giebt. Die dritte Wurzel aus einer Zahl ist diejenige Zahl, welche 3mal mit sich selbst multiplicirt die gegebene Zahl giebt. Soll eine 3te Wurzel ausgezogen werden, so deutet man dies dadurch an, daß man eine 3 oberhalb des Wurzelzeichens schreibt, also

$$\sqrt[3]{a} = \text{dritte Wurzel aus a.}$$

§ 36. Die Rechnung mit Wurzeln soll in nachstehenden Formeln angeführt werden.

1) $\sqrt{a^2} = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a} = a$ also $\sqrt{4^2} = 4$

2) $\sqrt{a^2 \cdot b^2} = \sqrt{a^2} \cdot \sqrt{b^2} = ab$, also $\sqrt{4^2} \cdot \sqrt{2^2}$ $= 4 \cdot 2 = 8$

3) $\sqrt{\frac{a^2}{b^2}} = \frac{\sqrt{a^2}}{\sqrt{b^2}} = \frac{a}{b}$ also $\sqrt{\frac{4^2}{2^2}} = \frac{4}{2} = 2$

4) $\frac{a}{\sqrt{a}} = \frac{\sqrt{a} \cdot \sqrt{a}}{\sqrt{a}} = \sqrt{a}$ also $= \frac{16}{\sqrt{16}} = \sqrt{16}$

5) $\frac{\sqrt{a}}{a} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a} \cdot \sqrt{a}} = \frac{1}{\sqrt{a}}$ also $\frac{\sqrt{16}}{16} = \frac{1}{\sqrt{16}} = \frac{1}{4}$

Bei der vorstehenden Division von 10 in 20 ist nicht 2 sondern nur 1 als Quotient angegeben, weil der Rest der Division stets noch so groß bleiben muß, daß man das Quadrat des Quotienten davon abziehen kann. Wäre als Quotient 2 genommen, so wäre der Rest = 0 gewesen, man hätte also 2^2 nicht abziehen können; wird hingegen als Quotient 1 genommen, so bleibt als Rest 10 und nach Anhängen einer Null 100; man kann also $1^2 = 1$ abziehen.

4) $\sqrt{3,|57|90} = 1,891 \ldots$

```
        1
  2     25
        16
         97
         64
  36   | 339
         324
          150
           81
  378  |  690
          378
         3120
            1
         3119 u. s. w.
```

5) $\sqrt{0,|00|00|06|80} = 0,002607 \ldots$

```
          4
    4    28
         24
          40
          36
  520   | 4000
          3640
           3600
             49
          3551 u. s. w.
```

Wurzel 0 geschrieben, dann wird die zweite Ziffer der 3ten und die 1te Ziffer der 4ten Klasse heruntergezogen, ferner statt 48 480 gesetzt, also:

```
 480 | 3653
       3360
       ----
        2937
          49
      ------
4814 | 28887
       28884
       -----
           36
           36
```

Geht die Rechnung nicht auf, so kann man die Wurzelausziehung fortsetzen, wenn man hinter der letzten Zahl der Wurzel ein Komma setzt und dann den Resten Nullen anhängt. Dasselbe Verfahren wird angewandt, wenn aus einem Decimalbruch die Quadratwurzel ausgezogen werden soll. Man setzt dann den ersten Theilungsstrich durch das Komma und theilt nach beiden Seiten ein. Die Nullen pflegt man nicht der Zahl unter dem Wurzelzeichen anzuhängen, sondern dieselben während der Rechnung nur den einzelnen Resten beizufügen, z. B.:

3) $\sqrt{27} = 5,196\ldots$

```
       25
 10 |  20
        10
       ---
       100
         1
102 |  990
       918
        720
         81
1038 | 6390
       6228
        1620
          36
        1584 u. s. w.
```

Bei der vorstehenden Division von 10 in 20 ist nicht 2 sondern nur 1 als Quotient angegeben, weil der Rest der Division stets noch so groß bleiben muß, daß man das Quadrat des Quotienten davon abziehen kann. Wäre als Quotient 2 genommen, so wäre der Rest = 0 gewesen, man hätte also 2^2 nicht abziehen können; wird hingegen als Quotient 1 genommen, so bleibt als Rest 10 und nach Anhängen einer Null 100; man kann also $1^2 = 1$ abziehen.

4) $\sqrt{3,|57|90} = 1,891\ldots$

```
      1
 2    25
      16
       97
       64
 36     339
        324
         150
          81
 378      690
          378
          3120
             1
          3119 u. s. w.
```

5) $\sqrt{0,|00|00|06|80} = 0,002607\ldots$

```
        4
  4     28
        24
         40
         36
  520     4000
          3640
           3600
             49
           3551 u. s. w.
```

6) $\sqrt{1|01,|08|40} = 10{,}05$

```
  1
200 | 01084
       1000
        840
         25
        815 u. s. w.
```

§ 38. Das Ausziehen der Kubikwurzel.

Erhebt man $a + b$ zur dritten Potenz $= (a + b)^3$, so kann man dafür schreiben $(a + b)^2 . (a + b)$ oder nach § 34 $(a^2 + 2ab + b^2) . (a + b)$, ausmultiplicirt $=$

$$\begin{array}{r|l} +a & a^3 + 2a^2b + ab^2 \\ +b & \quad + a^2b + 2ab^2 + b^3 \\ \hline & a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \end{array}$$

Es kann also das Ausziehen einer Kubikwurzel nach der Formel $\sqrt[3]{a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3} = a + b$ erfolgen, d. h. man sucht die Zahl, welche zur 3. Potenz erhoben, d. h. 3 Male mit sich selbst multiplicirt die gegebene Zahl ergiebt.

Um die Kubikwurzel aus einer ganzen Zahl zu ziehen, theile man diese von rechts her in Gruppen von je 3 Ziffern, dann stellt die größeste aus der ersten Gruppe zu ziehende Kubikwurzel das a obiger Formel dar:

$$\sqrt[3]{50|653} = 3 \quad 3 = a$$

```
           a³ = 27
    3a² = 27   | 236    b = 7
                 189
                 475
3ab² = 3.3.7² = 441
                 343
     b³ = 7³ = 343
```

Da die gegebene Zahl 2 Gruppen hatte, muß die Kubikwurzel 2 Stellen haben, in der That ist also $a = 30$ $b = 7$ und die Kubikwurzel ist somit 37.

Ein weiteres Beispiel:

$\sqrt[3]{28|318|276,000}$ $a = 3$
$a^3 = 27$ 27
$3a^2 = 27$ | 13 $b = 0$
0
131
$3ab^2 = 3 . 3 . 0^2 =$ 0
1318
$b^3 = 0^3 =$ 0
$3a^2 = 2700$ | 13182 nun $a = 30$
10800 $b = 4$
23827
$3ab^2 = 3 . 30 . 4^2 =$ 1440
223876
$b^3 = 4^3 =$ 64
$3a^2 = 277248$ | 2238120 nun $a = 340$
2217984 $b = 8$
201360
$3ab^2 = 3 . 340 . 8^2 =$ 58368
1429920
$b^3 = 8^3 =$ 512
1429408 und $a = 304,8 \ldots$
u. s. w.

Die Kubikwurzel aus der obigen Zahl ist also annähernd: 304,8 . . ., daß sie 3 Stellen links vom Komma haben muß, folgt aus der Eintheilung der gegebenen Zahl in 3 Gruppen.

Soll die Kubikwurzel aus einem Decimalbruche gezogen werden, so hänge man diesem rechts so viele Nullen an, daß die Anzahl der Stellen rechts vom Komma durch 3 theilbar wird, theile dann von rechts her Gruppen von je 3 Ziffern ab und verfahre wie oben. Die Wurzel hat dann links vom Komma so viele Stellen, wie die gegebene Zahl links vom Komma Gruppen hat, wobei die linke Gruppe auch dann voll mitgezählt werden muß, wenn sie nur 1 oder 2 Ziffern enthält.

$$\sqrt[3]{4|125,|369|700} \quad a = 1$$
$$a^3 = 1^3 = 1$$
$$3a^2 = 3 \,.\, 1 = 3 \;|\; 31 \quad b = 6$$
$$18$$
$$132$$
$$3ab^2 = 3 \,.\, 1 \,.\, 6^2 \quad 108$$
$$245$$
$$b^3 = 6^3 = 216$$
$$3a^2 = 3 \,.\, 16^2 = 768 \;|\; 293 \quad \text{nun } a = 16$$
$$0 \qquad b = 0$$
$$2936$$
$$3ab^2 = 3 \,.\, 16 \,.\, 0 \quad 0$$
$$29369$$
$$b^3 = 0^3 = \quad 0$$
$$3a^2 = 3 \,.\, 160^2 = 76800 \;|\; 293697 \quad \text{nun } a = 160$$
$$230400 \qquad b = 3$$
$$632970$$
$$3ab^2 = 3 \,.\, 160 \,.\, 3^2 = \quad 4320$$
$$6286500$$
$$b^3 = 3^3 = \quad 27$$
$$6286473 \quad \text{nun } a = 1603 \text{ u. s. w.}$$

Die Kubikwurzel aus 4125,3697 ist also annähernd = 16,03 ..., da die Zahl links vom Komma 2 Gruppen hat.

5. Von den Proportionen.

§ 39. Das Verhältniß zweier Zahlen wird durch den Quotienten derselben ausgedrückt.

Zwei gleiche Verhältnisse bilden eine Proportion; man kann eine solche daher als eine Gleichung zweier Verhältnisse ansehen, z. B.:

$$a : b = c : d$$

Man schreibt auch $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$

a und c nennt man Vorderglieder, b und d Hinterglieder; auch heißen a und d die äußeren, b und c die inneren Glieder. Eine Proportion, deren innere Glieder gleich sind, heißt stetig, jedes der inneren Glieder heißt die mittlere Proportionale.

Die Regeln für die Proportionen sollen in nachstehenden Formeln aufgeführt werden.

1) Wenn sich verhält a zu b wie c zu d (man schreibt dies $a:b = c:d$), dann ist $a.d = b.c$ oder das Product der äußeren Glieder ist gleich dem der inneren Glieder, z. B.:

wenn $2:6 = 4:12$
ist $2.12 = 6.4$

2) Umgekehrt wenn $a.d = b.c$ ist, so verhält sich stets $a:b = c:d$ oder, wenn 2 Producte einander gleich sind, so läßt sich stets daraus eine Proportion bilden, indem man die Factoren des einen Products als innere, die des anderen Products als äußere Glieder setzt, z. B.:

wenn ist $3.8 = 4.6$ so verhält sich
$3:4 = 6:8$.

3) Wenn sich verhält $a:b = c:d$ so verhält sich auch $a:c = b:d$ oder in jeder Proportion lassen sich die Mittelglieder vertauschen, z. B.:

wenn $3:4 = 6:8$
ist auch $3:6 = 4:8$

4) Wenn $a:b = c:d$
ist auch $b:a = d:c$ oder es lassen sich auch die Vorder- und Hinterglieder einer Proportion vertauschen, z. B.:

wenn $3:4 = 6:8$
ist auch $4:3 = 8:6$

5) Wenn $a:b = c:d$
ist auch $d:b = c:a$ oder es lassen sich auch die äußeren Glieder einer Proportion vertauschen, z. B.

wenn $3:4 = 6:8$
ist auch $8:4 = 6:3$

6) Wenn $a:b = c:d$
ist auch $a + b : b = c + d : d$
ebenso $a - b : b = c - d : d$, z. B.

wenn $4:3 = 8:6$
ist auch $7:3 = 14:6$
ebenso $1:3 = 2:6$

7) Wenn $a:b = c:d$
ist auch $(a + c):(b + d) = a:b$
ebenso $(a - c):(b - d) = a:b$, z. B.

wenn $12:9 = 4:3$
ist auch $16:12 = 4:3$
ebenso $8:6 = 4:3$

8) Sind nur die 3 ersten Glieder einer Proportion gegeben, so ist das 4te unbekannte Glied, welches wir mit x bezeichnen wollen, = dem Product der beiden inneren Glieder dividirt durch das erste Glied, d. h.

wenn $a : b = c : x$

ist $x = \frac{b \cdot c}{a}$

Hierauf beruht die Regeldetri der gemeinen Rechenkunst.

6. Von den Gleichungen.

§ 40. Die Gleichungen zerfallen in analytische und algebraische. Analytische Gleichungen nennt man solche, in denen man den sämmtlichen darin vorkommenden Buchstaben beliebige von einander unabhängige Werthe beilegen kann, z. B.:

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

diese Gleichung ist immer richtig, was auch a und b bedeuten. In den algebraischen Gleichungen dagegen ist mindestens eine Größe vorhanden, deren Werth von den übrigen Größen abhängig ist, und welche einen bestimmten Werth erhält, sobald die übrigen Größen bestimmt sind. Diese Größe nennt man die Unbekannte und bezeichnet sie meistens mit den Buchstaben x oder y oder z, z. B.:

$3x = 12$ oder $a + 3b + 2x = c$

Den durch die übrigen Größen bestimmten Werth der Unbekannten nennt man die Wurzel der Gleichung, man findet dieselbe, wenn man die Gleichung auflöst.

§ 41. Die allgemeinen Grundsätze, welche bei Auflösung der Gleichungen angewendet werden, sind folgende:

1) Gleiches zu Gleichem addirt, giebt gleiche Summen:
wenn $a = b$, ist auch $a + c = b + c$;

2) Gleiches von Gleichem subtrahirt, giebt gleiche Differenzen:
wenn $a = b$, ist auch $a - c = b - c$;

3) Gleiches mit Gleichem multiplicirt, giebt gleiche Producte:
wenn $a = b$, ist auch $a \cdot c = b \cdot c$;

4) Gleiches durch Gleiches dividirt, giebt gleiche Quotienten:
wenn $a = b$, ist auch $\frac{a}{c} = \frac{b}{c}$

Aus diesen 4 Grundsätzen folgt:

5) Gleiche Glieder, welche auf beiden Seiten der Gleichung mit demselben Vorzeichen stehen, heben sich einander auf:

ist $a + b = c + b$ so ist auch $a = c$
ist $a - b = c - b$ so ist auch $a = c$

6) Glieder, welche auf einer Seite der Gleichung stehen, können auf die andere Seite gesetzt werden, wenn man das Vorzeichen umkehrt:

statt $a + b = c$ kann man schreiben
$a = c - b$

Man nennt dies Transponiren.

7) Eine Gleichung bleibt richtig, wenn man die Vorzeichen der sämmtlichen Glieder auf beiden Seiten umkehrt:

statt $a + b = c$ kann man schreiben
$- a - b = - c$

8) Den einen Factor eines Products kann man dadurch beseitigen, daß man jedes Glied der Gleichung durch denselben dividirt:

statt $ab + c = d$ kann man schreiben

$$a + \frac{c}{b} = \frac{d}{b}$$

9) Den Nenner eines Bruches kann man dadurch beseitigen, daß man jedes Glied der Gleichung mit demselben multiplicirt:

statt $\frac{a}{b} + c = d$ kann man schreiben

$a + b . c = bd$

§ 42. Eine Gleichung von der Form $x = b$ heißt eine Gleichung vom 1ten Grade.

Eine Gleichung von der Form $x^2 + bx = c$ heißt eine Gleichung vom 2ten Grade oder eine quadratische Gleichung.

Das Ordnen einer Gleichung heißt, dieselbe auf eine der angegebenen Formen zu bringen.

§ 43. Das Ordnen und Auflösen der Gleichungen vom 1ten Grade mit einer Unbekannten wird aus nachstehenden Beispielen ersichtlich werden.

1) $4 . x + 8 = 5 . x + 5$

Um diese Gleichung auf die Form $x = b$ zu bringen, muß man *sämmtliche Glieder mit* x auf die eine Seite und

die Glieder ohne x auf die andere Seite bringen (nach § 40 Nr. 6). Ob die Glieder mit x auf die rechte oder linke Seite zu stehen kommen, ist gleich; man wählt gewöhnlich die Seite, auf welcher die Summe der x positiv wird. Die Gleichung verwandelt sich dann in nachstehende:

$8 - 5 = 5x - 4x$; zusammengezogen

$3 = x$

Es ist also $x = 3$ die Wurzel der Gleichung; setzen wir in Gleichung 1) statt x den Werth desselben ein, so erhalten wir

$4 . 3 + 8 = 5 . 3 + 5$ oder

$20 = 20$

Aus der wirklichen Gleichheit beider Seiten ergiebt sich die Richtigkeit der Wurzel.

2) $5x + 10 = 4x + 15$
$5x - 4x = 15 - 10$ oder $x = 5$

3) $9x + 3 = 10x - 1$ oder $9x - 10x = - 1 - 3$ oder
$- x = - 4$ oder nach § 40 Nr. 7 $x = 4$

4) $6x + 3 - 2x = 3x + 5$ oder
$6x - 2x - 3x = 5 - 3$ oder $x = 2$

5) $10 + 5x - 3x = x + 13$ oder
$5x - 3x - x = 13 - 10$ oder $x = 3$

6) $13x - 8 = 9x + 4$; transponirt
$13x - 9x = 4 + 8$; zusammengezogen $4x = 12$, jetzt kommt es darauf an den Factor 4 fortzuschaffen, man erreicht dies, wenn (nach § 40 Nr. 8) jedes Glied der Gleichung durch 4 dividirt wird: also

$$x = \frac{12}{4} = 3$$

Probe: $13 . 3 - 8 = 9 . 3 + 4$ oder

$31 = 31$

7) $10x + 3 - 2x + 1 = 2x + 3x + 19$
$x = 5$

8) $10x + 5 - 12x = 11 + 4x$
$x = - 1$

9) $6x + 10 - 2x = 14x - 5 - 4x$

$$x = 2\frac{1}{2} = 2,5$$

10) $0,5\,x + 3,5 + 0,25\,x = x + 1,5$

Es kommt zunächst darauf an, die Brüche fortzuschaffen; zu diesem Zweck bringt man dieselben zunächst auf den General-

nenner (§ 22). Dieser ist 4, weil sämmtliche Nenner in 4 aufgehen:

$$\frac{2x + 14 + x}{4} = \frac{4x + 6}{4} \text{ oder nach § 40 Nr. 9}$$

$$2x + 14 + x = 4x + 6, \text{ transponirt:}$$

$$14 - 6 = 4x - 2x - x, \text{ zusammengezogen:}$$

$$8 = x$$

11) $\frac{3}{4} x - 2x - \frac{3}{5} x + \frac{1}{2} x = -9$

Brüche fortgeschafft mit dem Generalnenner = 20

$$\frac{3}{4} x . 20 - 2x . 20 - \frac{3}{5} x . 20 + \frac{1}{2} x . 20 = - 9 . 20$$

$$15x - 40x - 12x + 10x = - 180, \text{ zusammengezogen:}$$

$$- 27x = - 180$$

die Vorzeichen umgekehrt (§ 40 Nr. 7)

$$27x = 180$$

alle Glieder durch 27 dividirt

$$x = \frac{180}{27} = 6^2/_8$$

12) $6x + 6{,}5 + \frac{1}{3} x + \frac{1}{4} x = 5x + \frac{1}{4} x + \frac{1}{6} x + 20{,}5$ oder $x = 12$

13) $6 + \frac{1}{3x} + \frac{4}{9} + \frac{3}{x} = 7$

Generalnenner 9x; Brüche fortgeschafft:

$$6 . 9x + \frac{1}{3x} . 9x + \frac{4}{9} . 9x + \frac{3}{x} . 9x = 7 . 9x$$

$$54x + 3 + 4x + 27 = 63x$$

transponirt $30 = 5x$

durch 5 dividirt $6 = x$

14) $\frac{1}{x} + \frac{1}{2x} + \frac{1}{3x} = \frac{11}{12}$

Generalnenner = 12x; x = 2

15) $5 + 3(2 + x) + \frac{3}{4}(1 + 2x) = 8x + 1{,}25$

Zunächst müssen *die Klammern* aufgelöst werden (§ 18):

$$5 + 6 + 3x + \frac{3}{4} + \frac{6}{4} x = 8x + 1{,}25$$

Brüche fortgeschafft durch Generalnenner 4

$$20 + 24 + 12x + 3 + 6x = 32x + 5$$

transponirt

$$20 + 24 + 3 - 5 = 32x - 12x - 6x$$

zusammengezogen

$$42 = 14x$$

durch 14 dividirt

$$3 = x$$

16) $$4x + 9\,(3 + x) - 3\left(\frac{1}{2} - x\right) = 20{,}5x + 21$$

$$4x + 27 + 9x - \frac{3}{2} + 3x = \frac{41}{2} x + 21$$

$$8x + 54 + 18x - 3 + 6x = 41x + 42$$

$$54 - 3 - 42 = 41x - 8x - 18x - 6x$$

$$9 = 9x$$

$$1 = x$$

17) $$10x + \frac{1}{6}\left(\frac{1}{2} x + \frac{1}{3} x\right) = x + \frac{1}{3}(30 + 10x) + 7 + \frac{5}{12}$$

$$x = 3$$

Nachstehende Beispiele mögen die Behandlung solcher Gleichungen 1ten Grades mit einer Unbekannten, in denen außer der Unbekannten noch andere Buchstaben vorkommen, zeigen.

18) $a + x + b = c$

$x = c - a - b$

19) $d + bx + e = f$

$bx = f - d - e$

$$x = \frac{f - d - e}{b}$$

20) $a + bx + cx + d = e$

$bx + cx = e - a - d$

Statt $bx + cx$ kann man schreiben $(b + c)\,x$, denn löst man diese Klammer auf, erhält man wieder $bx + cx$ (§ 17).

$(b + c)\,x = e - a - d$

$$x = \frac{e - a - d}{b + c}$$

21) $\frac{x}{a} + 2b - \frac{3x}{4b} = d$

Man bringt jedes Glied auf den Generalnenner (§ 22) = 4ab.

$$\frac{x}{a} \cdot \frac{4b}{4b} + 2b \cdot \frac{4ab}{4ab} - \frac{3x}{4b} \cdot \frac{a}{a} = d \cdot \frac{4ab}{4ab} \text{ oder}$$

$$\frac{4bx + 8ab^2 - 3ax}{4ab} = \frac{4abd}{4ab} \text{ oder}$$

$$4bx + 8ab^2 - 3ax = 4abd$$

transponiren

$$4bx - 3ax = 4abd - 8ab^2$$

x herausziehen (Beispiel 20)

$$(4b - 3a)\,x = 4abd - 8ab^2$$

durch 4b — 3a dividiren

$$x = \frac{4abd - 8ab^2}{4b - 3a}$$

22) $\frac{x - 2}{a} + \frac{3b - 5x}{c} = \frac{3 - 2x}{d}$

Zunächst Wegschaffen der Brüche, indem man jedes Glied auf den Generalnenner = acd bringt:

$$\left(\frac{x - 2}{a}\right)\frac{cd}{cd} + \left(\frac{3b - 5x}{c}\right)\frac{ad}{ad} = \left(\frac{3 - 2x}{d}\right)\frac{ac}{ac} \text{ oder}$$

$$\frac{(x - 2)\,cd + (3b - 5x)\,ad}{acd} = \frac{(3 - 2x)\,ac}{acd} \text{ oder}$$

$$(x - 2)\,cd + (3b - 5x)\,ad = (3 - 2x)\,ac$$

Klammern aufgelöst (§ 18)

$$cdx - 2cd + 3abd - 5adx = 3ac - 2acx \text{ transponirt}$$

$$cdx - 5adx + 2acx = 3ac + 2cd - 3abd$$

x herausgezogen

$(cd - 5ad + 2ac)\,x = 3ac + 2cd - 3abd$, durch den Factor von x dividirt

$$x = \frac{3ac + 2cd - 3abd}{cd - 5ad + 2ac}$$

§ 44. Die praktische Anwendung des Vorstehenden möge sich aus folgenden Beispielen ergeben.

Es sei vorweg bemerkt, daß manche Lösungen nur Näherungswerthe enthalten, die jedoch für die Praxis genügen. Dies hängt mit dem im § 29 *Gesagten* zusammen.

1) Wenn ich zu einer gedachten Zahl 16 addire und die Summe durch 3 dividire, erhalte ich die gedachte Zahl. Welche Zahl ist dies?

Es sei die gedachte Zahl $= x$, dann ist der Aufgabe gemäß $\frac{x + 16}{3} = x$; den Werth von x findet man, wenn man die Gleichung nach x auflöst.

Multiplicirt man jedes Glied der Gleichung mit dem Generalnenner $= 3$, so ergiebt sich $\left(\frac{x + 16}{3}\right) . 3 = x . 3$ oder $x + 16 = 3x$; transponirt $16 = 2x$; durch 2 dividirt $8 = x$.

2) Die Entfernung zwischen 2 Eisenbahnstationen A und B betrage 17 km; in welcher Zeit erreicht ein von A fahrender Personenzug die Station B, wenn der Zug in jeder Minute 950 m zurücklegt?

Nehmen wir an, daß die gesuchte Zeit $= x$ Minuten sei so muß $x . 950 =$ der Entfernung zwischen A und B sein. Wir, können also die Gleichung $x . 950 = 17000$ aufstellen und daraus x berechnen

$$x = \frac{17000}{950} = 17\frac{85}{95}$$

$$950 \mid 17000 \mid = 17\frac{850}{950}$$

```
 950
 ----
 7500
 6650
 ----
  850
```

Die Station B wird also erreicht in $17\frac{850}{950}$ oder $17\frac{85}{95}$ Minuten; verwandeln wir $\frac{85}{95}$ in einen Decimalbruch

$$95 \mid 85{,}000 \mid = 0{,}89 \ldots$$

```
 760
 ---
 900
 855
 ---
 450 u. s. w.
```

Die gesuchte Zeit würde also sein $17{,}89 = 17 \frac{89}{100}$ Minuten.

Einfacher wären wir zu diesem Resultate gekommen, wenn wir die obige Division weiter ausgeführt hätten, also:

$$
\begin{array}{l}
950 \mid 17000 \mid = 17,89 \ldots \\
\quad 950 \\
\quad 7500 \\
\quad 6650 \\
\quad\; 8500 \\
\quad\; 7600 \\
\quad\;\; 9000 \\
\quad\;\; 8550 \\
\quad\;\;\; 450
\end{array}
$$

Will man die Decimalen der Minuten durch Secunden ausdrücken, so macht man dies ebenso, als wenn man ganze Minuten in Secunden umwandelt, d. h. man multiplicirt die Anzahl der Minuten mit 60, also:

$$
\begin{array}{r}
0,89 \\
60 \\
\hline
53,40
\end{array}
$$

Die gesuchte Zeit ist hiernach $= 17$ Minuten $53 \frac{4}{10}$ Sec.

3) Wie lange wird ein Güterzug zwischen A und B fahren, wenn derselbe in jeder Minute 750 m zurücklegt? Die gesuchte Zeit sei x, dann ist $x \, . \, 750 = 17000$

$$x = \frac{17000}{750} = 22,66 \text{ Minuten}$$

oder 22 Minuten $39 \frac{6}{10}$ Secunden.

4) Wenn die Strecke zwischen A und B 2gleisig ist, und wenn der Personenzug von A in der Richtung nach B und der Güterzug von B in der Richtung nach A gleichzeitig abfahren, wie viel Zeit wird vergehen, bis sie sich begegnen, und wie weit wird die Begegnungsstelle von A entfernt sein?

Um zunächst zu bestimmen, nach wie viel Minuten die Begegnung eintritt, nehmen wir wieder an, daß dies nach x Minuten eintreten solle; nach x Minuten hat der Personenzug einen Weg von $x \, . \, 950$ m und der Güterzug einen Weg von $x \, . \, 750$ m zurückgelegt. Diese Meter-Anzahl zusammengerechnet,

muß gleich der Entfernung zwischen A und B sein, weil der eine Zug von A, der andere Zug von B abgefahren ist. Hieraus ergiebt sich die Gleichung.

$$x \,.\, 950 + x \,.\, 750 = 17000, \text{ x herausgezogen}$$
$$x\,(950 + 750) = 17000 \text{ durch } 17000 \text{ dividirt}$$
$$x = \frac{17000}{1700} = 10$$

also nach 10 Minuten begegnen sich die Züge. Die Entfernung von A bis zur Begegnungsstelle ist gleich dem Weg, den der Personenzug bis dahin macht; da dieser 10 Minuten fährt, so beträgt der zurückgelegte Weg 10 . 950 = 9500 m und dies ist zugleich die gesuchte Entfernung.

5) Wie viel Minuten nach Abfahrt des Personenzuges werden sich die Züge begegnen, wenn der Güterzug 5 Minuten später als der Personenzug abfährt?

Die gesuchte Minutenzahl sei = x. Es fährt also der Personenzug bis zur Begegnung x Minuten, der Güterzug, der 5 Minuten später abfährt, (x — 5) Minuten.

Der Personenzug legt also einen Weg = 950 . x m zurück, der Güterzug = 750 . (x — 5) m; die Summe der Meter ist = der Entfernung zwischen beiden Stationen. Wir haben also die Gleichung $950 \,.\, x + 750\,(x - 5) = 17000$

Klammern aufgelöst (§ 12)

$$950 \,.\, x + 750 \,.\, x - 750 \,.\, 5 = 17000, \text{ transponirt:}$$
$$950 \,.\, x + 750 \,.\, x = 17000 + 3750, \text{ x herausgezogen:}$$
$$1700\ x = 20750$$

durch 1700 dividirt

$$x = \frac{20750}{1700} = \frac{2075}{170} = 12{,}2$$

Also nach 12,2 Minuten werden sich die Züge begegnen.

6) Dieselbe Aufgabe wie 5, nur seien die bestimmten Zahlenwerthe durch Buchstaben ausgedrückt, nämlich die Entfernung zwischen beiden Stationen sei gleich e.

Der Personenzug fahre in jeder Minute a m, der Güterzug b m; ferner fahre der Güterzug c Minuten später ab.

Die gesuchte Minuten-Anzahl wird wieder = x gesetzt. *Der Personenzug* fährt also x Minuten, der Güterzug (x — c)

Minuten; der Personenzug fährt also bis zur Begegnung $a \cdot x$ m, der Güterzug $b(x - c)$ m; hieraus ergiebt sich die Gleichung:

$$a \cdot x + b(x - c) = e$$

Klammern aufgelöst

$$a \cdot x + bx - bc = e$$

transponirt

$$a \cdot x + b \cdot x = e + bc$$

x herausgezogen

$$(a + b)x = e + bc$$

durch $(a + b)$ dividirt

$$x = \frac{e + bc}{a + b}$$

Wäre jetzt dieselbe Aufgabe wie 5 gestellt, jedoch mit andern Zahlenwerthen, so würde, nachdem die Aufgabe 6 gelöst, eine specielle Ausrechnung nicht mehr erforderlich sein, sondern wir hätten nur nöthig, die neuen Zahlenwerthe in die eben gefundene Formel $x = \frac{e + bc}{a + b}$ einzusetzen. Es sei z. B. die Aufgabe 5 nochmals gestellt, jedoch mit der Abänderung, daß die Entfernung der beiden Stationen $= 10{,}76$ km betrage.

Was wir in der Aufgabe 6 mit e bezeichneten, soll also $= 10760$ m sein, $a = 950$ m; $b = 750$ m; $c = 5$ Minuten. Diese Werthe werden nun in die Formel $x = \frac{e + bc}{a + b}$ eingesetzt, also

$$x = \frac{10760 + 750 \cdot 5}{950 + 750} = \frac{14510}{1700} = \frac{1451}{170} = 8{,}53$$

die gesuchte Zeit beträgt also:

8 Minuten $31\frac{8}{10}$ Secunden.

7) Mehrere Arbeiter haben in 8 Tagen 268,80 ℳ verdient; die Hälfte derselben haben pro Tag 1,50 ℳ, die andern 1,30 ℳ erhalten. Wie groß war die Anzahl der Arbeiter?

Setzen wir die Anzahl der Arbeiter $= x$, so hat die Hälfte an einem Tage verdient $\frac{x}{2} \cdot 1{,}50$; die andere Hälfte $\frac{x}{2} \cdot 1{,}30$, also sämmtliche Arbeiter $\frac{x}{2} \cdot 1{,}50 + \frac{x}{2} \cdot 130$; also in 8

Tagen $8\left(\frac{x}{2} \cdot 1{,}50 + \frac{x}{2} \cdot 1{,}30\right)$ und dieser Verdienst ist $= 268{,}80$ *M*.

Wir haben also die Gleichung

$$8\left(\frac{x}{2} \cdot 1{,}50 + \frac{x}{2} \cdot 1{,}30\right) = 268{,}8$$

Klammern aufgelöst

$$6x + 5{,}2x = 268{,}8$$

x herausgezogen

$$x(6 + 5{,}2) = 268{,}8$$

durch 11,2 dividirt

$$x = 24$$

8) Es haben 8 Arbeiter in Accord in 8 Tagen 128 *M* verdient, die Hälfte der Arbeiter hat jedoch jeden Tag 12 Stunden, die andere Hälfte 10 Stunden gearbeitet. Wie viel erhält jeder Arbeiter pro Tag?

Wenn x den Lohnsatz derjenigen Arbeiter bezeichnet, welche täglich 12 Stunden thätig waren, so würden diese mithin pro Stunde $\frac{1}{12}x$ als Lohn bekommen, es ist also der Lohnsatz der übrigen Arbeiter pro Tag $= \frac{10}{12}x$;

4 Arbeiter verdienen also an einem Tage $4x$. *M*, die übrigen $4 \cdot \frac{10}{12}x$, also alle zusammen an einem Tage $= 4 \cdot x + 4 \cdot \frac{10}{12}x$, oder in 8 Tagen =

$$8 \cdot \left(4 \cdot x + 4 \cdot \frac{10}{12}x\right) = 128$$

Klammern aufgelöst

$$8 \cdot 4x + 8 \cdot 4 \cdot \frac{10}{12}x = 128$$

mit dem Generalnenner = 12 multiplicirt

$$12 \cdot 8 \cdot 4x + 8 \cdot 4 \cdot 10 \cdot x = 12 \cdot 128$$

$$384x + 320x = 1536$$

x herausgezogen

$$x(384 + 320) = 1536$$

durch 704 dividirt

$$x = 2{,}1818\ldots$$

oder genau genug $x = 2.182$

also erhalten die 4 ersten Arbeiter pro Tag jeder 2 ℳ 18,2 ₰
die übrigen Arbeiter erhalten $\frac{10}{12}$ x also

$$2{,}182 \cdot \frac{10}{12} = \frac{21{,}82}{12} = 1{,}818$$ oder 1 ℳ 81,8 Pfennig.

9) Dieselbe Aufgabe, wie 8, nur allgemein: a Arbeiter haben in Accord in b Tagen c ℳ verdient, g der Arbeiter haben jeden Tag d Stunden, die andern (a — g) Arbeiter e Stunden gearbeitet. Wie viel erhält jeder Arbeiter pro Tag?

x = Lohnsatz der Arbeiter, welche d Stunden täglich gearbeitet haben; dann ist der Lohnsatz der übrigen Arbeiter $x \cdot \frac{e}{d}$; g Arbeiter verdienen demnach an einem Tage $g \cdot x$ ℳ, (a — g) Arbeiter $(a - g) \cdot x \cdot \frac{e}{d}$ ℳ, also alle zusammen an einem Tage = $g \cdot x + (a - g) \cdot x \cdot \frac{e}{d}$ also in b Tagen = $b\left[g \cdot x + (a - g) \cdot x \cdot \frac{e}{d}\right]$ und dieser Verdienst soll = c ℳ sein. Wir haben diese Gleichung

$$b\left[g \cdot x + (a - g) \cdot x \cdot \frac{e}{d}\right] = c$$

Kleine Klammern aufgelöst:

$$b\left[g \cdot x + a \cdot x\,\frac{e}{d} - g \cdot x\,\frac{e}{d}\right] = c$$

Große Klammern aufgelöst:

$$b \cdot gx + \frac{a \cdot b \cdot e}{d} \cdot x - \frac{b \cdot e \cdot g}{d} x = c$$

auf gleichen Generalnenner = d gebracht

$$b \cdot d \cdot g \cdot x + a \cdot b \cdot e \cdot x - b \cdot e \cdot g \cdot x = cd$$

x herausgezogen

$$x\,(b \cdot d \cdot g + a \cdot b \cdot e - b \cdot e \cdot g) = cd$$

durch den Factor von x dividirt

$$x = \frac{c \cdot d}{b \cdot d \cdot g + a \cdot b \cdot e - b \cdot e \cdot g}$$

diese Formel gilt allgemein, welchen Werth man auch für die Buchstaben setzen mag; z. B.: die Aufgabe 8 kann jetzt einfach da-

durch gelöst werden, daß man die dort angenommenen Werthe statt der Buchstaben in diese Formel einsetzt; nämlich

Anzahl der Arbeiter $= a = 8$
„ „ Tage $= b = 8$
Verdienst $= c = 128$ ℳ
Anzahl der Arbeitsstunden $= d = 12$
„ „ „ $= e = 10$
Anzahl der Arbeiter $= g = 4$

Setzen wir also die vorstehenden Werthe statt der Buchstaben in die Formel ein, so müssen wir dasselbe Resultat wie bei Aufgabe 8 erhalten, nämlich

$x = 2{,}182$. In der That ist:

$$x = \frac{128 . 12}{8 . 12 . 4 + 8 . 8 . 10 - 8 . 10 . 4}$$

$$x = \frac{1536}{384 + 640 - 320} = \frac{1536}{704}$$

$x = 2{,}182$

10) 24 Arbeiter haben in Accord in 6 Tagen 263 ℳ verdient, 14 dieser Arbeiter haben täglich 11 Stunden gearbeitet, die übrigen 10 nur 8 Stunden. Wie viel erhält jeder Arbeiter pro Tag?

Diese Aufgabe kann nach der allgemeinen Formel der Aufgabe 9 gelöst werden, weil die Aufgaben im Allgemeinen gleich sind. Setzen wir die

Anzahl der sämmtlichen Arbeiter $= a = 24$
Anzahl der Tage $= b = 6$
Verdienst $= c = 263$ ℳ
größere Anzahl der täglichen Arbeitsstunden $= d = 11$
kleinere Anzahl der täglichen Arbeitsstunden $= e = 8$
Anzahl der Arbeiter, welche täglich d Stunden gearbeitet $= g = 14$

diese Werthe in die in Aufgabe 9 berechnete Formel

$$x = \frac{c . d}{b . d . g + a . b . e - b . e . g}$$

eingesetzt, giebt

$$x = \frac{263 . 11}{6 . 11 . 14 + 24 . 6 . 8 - 6 . 8 . 14} =$$

$$x = \frac{2893}{924 + 1152 - 672}$$

$$x = \frac{2893}{1404} = 2,06$$

also erhalten die 14 Arbeiter jeder pro Tag 2,06 *M*, die übrigen 10 jeder $\frac{8}{11} x = 1,499$ *M*

11) Die Wittwe eines Streckenarbeiters soll durch die aus 21 Mann bestehende Colonne mit 30 *M* unterstützt werden. Von diesen Arbeitern erhalten 12 einen Lohnsatz von 1,60 *M*, 9 einen Lohnsatz von 1,30 *M*. Jeder soll einen Beitrag im Verhältniß seines Lohnsatzes leisten, wie groß ist der Beitrag?

Der Beitrag der Arbeiter mit 1,60 *M* Lohn sei = x; dann ist der Beitrag der anderen Arbeiter $= . \frac{1,30}{1,60}$ denn es verhält sich

$$x : x . \frac{1,30}{1,60} = 1,60 : 1,30$$

es soll also sein

$$12 . x + 9 . x \frac{1,30}{1,60} = 30$$

jedes Glied mit Generalnenner = 1,60 multiplicirt

$$12 . x . 1,60 + 9 . x . 1,30 = 30 . 1,60$$

x herausgezogen

$$x (12 . 1,60 + 9 . 1,30) = 30 . 1,60$$

$$x = \frac{48}{30,9} = 1,553$$

die Arbeiter mit 1,60 *M* Lohn bezahlen also jeder = 1,553 *M*; die übrigen $\frac{1,553 . 1,30}{1,60} = 1,262$ *M*

12) Es soll ein Graben von 480 m Länge gezogen werden. 2 Arbeiter haben bereits 4 Tage daran gearbeitet und 75 m Graben hergestellt. Es wird nun bestimmt, daß der Graben in ferneren 5 Tagen fertig sein soll. Wie viele Arbeiter müssen angestellt werden?

Setzen wir die Arbeiter-Anzahl = x, so sollen in 5 . x Arbeiter-Tagen (480 — 75) m Graben hergestellt werden.

In 8 Tagen sind 75 m hergestellt, also in 1 Tag $\frac{75}{8}$ m; es würden also in $5 . x$ Tagen $5 . x . \frac{75}{8}$ m Graben fertig sein, und diese Anzahl soll $= 480 - 75 = 405$ m sein. Wir haben also die Gleichung

$$5 . x . \frac{75}{8} = 405 \text{ oder}$$

$$x = \frac{405 . 8}{5 . 75} = 8{,}64$$

Es sind also im Ganzen erforderlich $5 . 8{,}64 = 43{,}2$ Arbeitertage.

13) Ein Vorarbeiter hat mit 10 Arbeitern in 11 Tagen 305 ℳ verdient; diese sollen vertheilt werden im Verhältniß der den Arbeitern bewilligten Tagelohnsätze (Vorarbeiter $= 2{,}5$ ℳ, Arbeiter $= 1{,}5$ ℳ).

Wie viel erhält der Vorarbeiter und wie viel die Arbeiter?

Wenn der Vorarbeiter x ℳ bekommt, dann erhalten die Arbeiter $x . \frac{1{,}5}{2{,}5}$ also $x + x . \frac{1{,}5}{2{,}5} . 10 = 305$

Brüche fortgeschafft

$$2{,}5 . x + x . 1{,}5 . 10 = 305 . 2{,}5$$

x herausgezogen

$$(2{,}5 + 1{,}5 . 10) . x = 305 . 2{,}5$$

dividirt

$$x = \frac{305 . 2{,}5}{2{,}5 + 1{,}5 . 10} = \frac{762{,}5}{17{,}5} = 43{,}57 \text{ ℳ}$$

die Arbeiter erhalten mithin $305 - 43{,}57 = 261{,}43$ ℳ.

14) Ein Wasserbehälter kann durch 2 Pumpen gefüllt werden, die eine füllt denselben in 2 Stunden 11 Minuten, die andere in 3 Stunden 15 Minuten. Wie viel Zeit vergeht bis zur Füllung, wenn beide Pumpen gleichzeitig arbeiten?

Inhalt des Wasserbehälters sei $= A$, die gesuchte Zeit $= x$ Minuten,

die eine Pumpe pumpt pro Minute $= \frac{A}{131}$ in x Minuten also

$x . \frac{A}{131}$, denn 2 Stunden 11 Minuten $= 131$ Minuten, die

andere Pumpe pumpt pro Minute $= \frac{A}{195}$ in x Minuten also $x \cdot \frac{A}{195}$, denn 3 Stunden 15 Minuten = 195 Minuten, beide Pumpen zusammen pumpen mithin in x Minuten

$$x \cdot \frac{A}{131} + x \cdot \frac{A}{195}$$

wir haben also die Gleichung

$$x \cdot \frac{A}{131} + x \cdot \frac{A}{195} = A$$

Brüche fortgeschafft

$$x \cdot A \cdot 195 + x \cdot A \cdot 131 = A \cdot 131 \cdot 195$$

x herausgezogen

$$x(A \cdot 195 + A \cdot 131) = A \cdot 131 \cdot 195$$

dividirt

$$x = \frac{A \cdot 131 \cdot 195}{A \cdot 195 + A \cdot 131} = \frac{A \cdot 131 \cdot 195}{A \cdot (195 + 131)}$$

A aufgehoben

$$x = \frac{131 \cdot 195}{326} = 78{,}36 \ldots \text{ Minuten}$$

x = 1 Stunde 18 Minuten 21,6 Secunden; die Zeit ist also nicht, wie man anfangs glauben könnte, $\frac{131 + 195}{2} = 163$ Minuten.

15) Ein Wasserbehälter, dessen Fassungsvermögen = 6 cbm und 61 l, kann durch eine Pumpe in 1 Stunde 41 Minuten gefüllt werden. Wenn nun in jeder Minute, während der gepumpt wird, 10 l ausgefüllt werden, wie viel Zeit vergeht dann, bis der Behälter vollständig gefüllt ist?

Wenn in 101 Minuten 6061 l gepumpt werden, so kommen auf eine Minute $\frac{6061}{101}$; wenn dabei in jeder Minute 10 l ausgefüllt werden $\frac{6061}{101} - 10$; also in x Minuten $x\left(\frac{6061}{101} - 10\right)$; wir haben also die Gleichung

$$x\left(\frac{6061}{101} - 10\right) = 6061$$

Klammern aufgelöst

$$x \frac{6061}{101} - 10 . x = 6061$$

Brüche fortgeschafft

$$x . 6061 - 10 . x . 101 = 6061 . 101$$

x herausgezogen

$$x (6061 - 10 . 101) = 6061 . 101$$

dividirt

$$x = \frac{6061 . 101}{6061 - 10 . 101} = 121,19$$

x = 2 Stunden 1 Minute 11,40 Secunden.

16) Es sollen 701 m Schienen verladen werden, von denen der Meter 36,64 kg wiegt, und eben so viele, von denen der Meter 29,73 kg wiegt. Jeder Wagen soll mit einer gleichen Anzahl Meter der beiden Sorten und zwar so beladen werden, daß alle Wagen gleichmäßig belastet sind. Zur Verfügung stehen Wagen mit 200 Centner Tragkraft. Wie viel Wagen sind erforderlich, und mit wie viel Meter Schienen wird jeder Wagen beladen?

Das Gewicht, was überhaupt verladen werden soll, beträgt: $\frac{701 . 36,64 + 701 . 29,73}{50}$ Centner = 930,507 Centner; dazu sind erforderlich 5 Wagen, von denen jeder mit 186,101 Centner beladen werden muß. Wenn nun die Anzahl der Meter von jeder Schienensorte mit x bezeichnet wird, so ergiebt sich die Gleichung $\frac{x . 36,64 + x . 29,73}{50} = 186,101$

Brüche fortgeschafft und x herausgezogen

$$x (36,64 + 29,73) = 50 . 186,101$$

dividirt

$$x = \frac{50 . 186,101}{36,64 + 29,73} = 140,195 \text{ m.}$$

§ 45. Nach § 39 können die algebraischen Gleichungen auch mehrere unbekannte Größen haben. Nachstehend soll nun die Auflösung der Gleichungen ersten Grades mit 2 Unbekannten gezeigt werden.

Solche Gleichungen nennt man geordnet, wenn sie die Form haben $ax + by = c$. Eine Gleichung mit 2 Unbekannten kann nur gelöst werden, wenn 2 Gleichungen gegeben

sind. Beide Gleichungen verbindet man dann so, daß daraus eine Gleichung mit 1 Unbekannten entsteht, welche man nach den früher gegebenen Regeln auflöst. Es giebt 3 Methoden, nach denen man die beiden Gleichungen in eine zusammenzieht, und zwar die Substitutionsmethode, welche immer anwendbar ist, die Combinationsmethode und die Additionsmethode.

Das Substitutionsverfahren ist folgendes. Es seien die Gleichungen gegeben:

$$\begin{cases} 2x + 3y = 13 \\ 5x + 2y = 16 \end{cases}$$

lösen wir die 1te Gleichung nach x auf, so ist $x = \frac{13 - 3y}{2}$; setzen wir diesen Werth von x in die 2te Gleichung (substituiren), so erhält man eine 3te Gleichung, in der nur noch die Unbekannte y vorkommt, nämlich:

$$5 . \left(\frac{13 - 3y}{2}\right) + 2y = 16$$

Klammern aufgelöst

$$\frac{65 - 15y}{2} + 2y = 16$$

Brüche fortgeschafft

$$65 - 15y + 4y = 32$$

transponirt

$$65 - 32 = 15y - 4y$$
$$33 = 11y$$
$$3 = y$$

Die Combinationsmethode ist folgende:

$$\begin{cases} 2x + 3y = 13 \\ 5x + 2y = 16 \end{cases}$$

Man löse beide Gleichungen nach x auf

$$2x = 13 - 3y \text{ oder } x = \frac{13 - 3y}{2}$$

$$5x = 16 - 2y \text{ oder } x = \frac{16 - 2y}{5}$$

durch Gleichsetzung der Resultate erhält man die 3te Gleichung mit einer Unbekannten, nämlich $\frac{13 - 3y}{2} = \frac{16 - 2y}{5}$

Brüche fortgeschafft durch Generalnenner $2 . 5 = 10$

$$5 (13 - 3y) = 2 (16 - 2y)$$

Klammern aufgelöst

$$65 - 15y = 32 - 4y$$

transponirt

$$65 - 32 = 15y - 4y$$

$$3 = y$$

Die Additionsmethode ist folgende:

$$\begin{cases} 2x + 3y = 13 \\ 5x + 2y = 16 \end{cases}$$

Man multiplicire jede der beiden Gleichungen mit einem solchen Factor, daß die Coefficienten der einen Unbekannten in beiden Gleichungen dieselben sind. Dies erreicht man bei vorstehendem Beispiel, wenn man die 1te Gleichung mit 5, die 2te mit 2 multiplicirt, nämlich:

$$10x + 15y = 65$$
$$10x + \ \ 4y = 32$$

Kehrt man nun die Vorzeichen der 2ten Gleichung um, und addirt dann beide Gleichungen, so fällt die Unbekannte x fort, nämlich

$$\begin{array}{r} 10x + 15y = 65 \\ -10x - \ \ 4y = -32 \\ \hline 11y = 33 \end{array}$$

und hieraus ergiebt sich:

$$y = 3$$

Welche von diesen beiden Methoden man zur Bildung der 3ten Gleichung anwendet, ist gleichgültig, doch sei bemerkt, daß bei manchen Beispielen die eine Methode, bei manchen die andere Methode leichter zum Ziel führt.

Hat man die eine Unbekannte, wie eben gezeigt, gefunden, so erhält man die 2te dadurch, daß man den Werth der gefundenen Unbekannten in eine der ursprünglichen Gleichungen einsetzt und diese Gleichung, welche dann ebenfalls nur eine Unbekannte hat, auflöst. In dem vorstehenden Beispiele setzt man also für y in eine der beiden Gleichungen 3 ein, nämlich:

$$2x + 3 . 3 = 13$$

transponirt $2x = 13 - 9$

$$x = \frac{1}{2}(13 - 9)$$

$$x = 2$$

Beispiele:

1) $\begin{cases} 16x + 3y = 22 \\ 4x + 8y = 20 \end{cases}$

Man multiplicire die 2te Gleichung mit 4, kehre dann die Vorzeichen um, und addire sie zu der ersten:

$$\begin{array}{r} 16x + 3y = 22 \\ -16x - 32y = -80 \\ \hline -29y = -58 \end{array}$$

Vorzeichen umgekehrt

$$29y = 58 \text{ oder } y = 2$$

dies eingesetzt in die erste Gleichung

$$16x + 3 . 2 = 22 \text{ oder } 16x = 22 - 6$$

$$x = \frac{1}{16}(22 - 6)$$

$$x = 1$$

2) $\begin{cases} x + \frac{4}{3} y + 3x = 2x + 8y - 10 \\ x + y = 8 \end{cases}$

Man ordne zunächst die 1te Gleichung

$$x + 3x - 2x + \frac{4}{3} y - 8y = -10 \text{ oder}$$

$$2x - \frac{20}{3} y = -10 \text{ oder}$$

$$3 . 2x - 20y = -3 . 10 \text{ oder}$$

$$6x - 20y = -30$$

aus der 2ten Gleichung ergiebt sich $x = 8 - y$; dies in die letzte Gleichung eingesetzt

$$6 . (8 - y) - 20y = -30 \text{ oder}$$

$$48 - 6y - 20y = -30 \text{ oder}$$

$$-26y = -78 \text{ oder } 26y = 78$$

$$y = \frac{78}{26} \text{ oder } y = 3$$

$$x + y = 8 \text{ oder } x + 3 = 8 \text{ oder } x = 5.$$

3) $\begin{cases} y = 5x + 4 \\ y + 3 = 3x + 9 \end{cases}$

aus der 2ten Gleichung folgt

$$y = 3x + 6$$

dies verbunden mit der 1ten Gleichung giebt:

$$5x + 4 = 3x + 6 \text{ oder } 2x = 2 \text{ oder } x = 1$$

dieser Werth von x in die 1te Gleichung eingesetzt

$$y = 5 . 1 + 4 \text{ oder } y = 9$$

§ 46. Die practische Anwendung zeigen die folgenden Beispiele.

1) Es soll eine 4eckige ebene Fläche abgesteckt werden, bei der die Summe zweier zusammentreffender Seiten = 10,24 m, die Differenz = 2,04 m ist. Bezeichnen wir Länge mit x und Breite mit y, so soll sein:

$$x + y = 10,24$$
$$x - y = 2,04$$

addiren wir beide Gleichungen, so ist

$$2x = 12,28 \text{ also } x = 6,14$$

und zufolge der 1ten Gleichung

$$6,14 + y = 10,24 \text{ oder}$$
$$y = 10,24 - 6,14 \text{ oder } y = 4,10$$

2) Es sind 2 gleiche Gräben zu ziehen, dieselben sollen zu gleicher Zeit angefangen und zu gleicher Zeit vollendet werden. Der eine Graben ist 585 m, der andere 225 m lang. Zur Verfügung stehen 18 Mann, wie müssen diese vertheilt werden? Anzahl der Arbeiter bei dem 1ten Graben sei = x, bei dem 2ten Graben = y; also x + y = 18;
die Arbeiteranzahl muß im Verhältniß stehen zur Länge des Grabens, also

$$\frac{585}{225} = \frac{x}{y} \text{ oder}$$
$$585 . y = 225 x$$

wir haben also die beiden Gleichungen:

$$x + y = 18$$
$$585y = 225x$$

die 1te Gleichung ergiebt
x = 18 — y, dies in die 2te Gleichung eingesetzt

$$585y = 225 . (18 - y) \text{ oder}$$
$$585y = 225 . 18 - 225y \text{ oder}$$
$$585y + 225y = 225 . 18 \text{ oder}$$
$$y (585 + 225) = 225 . 18 \text{ oder}$$
$$y = \frac{225 . 18}{585 + 225} = \frac{4050}{810} = 5$$

$y = 5$ in die 1te Gleichung eingesetzt, giebt $x + 5 = 18$, also $x = 13$.

Es müssen also bei dem 1ten Graben 13, bei dem 2ten 5 Arbeiter beschäftigt werden.

3) Dieselbe Aufgabe allgemein gehalten.

Die Länge des einen Grabens sei a
" " " anderen " " b
" Anzahl der Arbeiter " c

wir haben dann die Gleichungen

$$x + y = c$$
$$a \,.\, x = b \,.\, y$$

aus Gleichung 2 folgt $x = \frac{b}{a} \,.\, y$

dies in Gleichung 1 eingesetzt, giebt

$$\frac{b}{a} \,.\, y + y = c$$

Brüche fortgeschafft

$$b \,.\, y + a \,.\, y = a \,.\, c \text{ oder}$$
$$y \,.\, (b + a) = a \,.\, c \text{ oder}$$
$$y = \frac{a \,.\, c}{b + a}$$

dies in Gleichung 1 eingesetzt

$$x + \frac{a \,.\, c}{b + a} = c \text{ oder}$$
$$x = c - \frac{a \,.\, c}{b + a} = c - y$$

4) Es sind 2 verschiedene Böschungen zu planiren, von denen die eine 4200 qm, die andere 1800 qm groß ist. Diese Arbeit soll von 10 Arbeitern so ausgeführt werden, daß die Planirung gleichzeitig beendigt ist. Wie müssen die Arbeiter vertheilt werden?

Diese Aufgabe fällt mit der allgemeinen Aufgabe Nr. 3 vollständig zusammen, so daß man zur Lösung derselben nur nöthig hat, in die Formel die bestimmten Werthe einzusetzen.

Es entspricht nämlich dem a hier 4200 qm; dem b hier 1800 qm.

$$c = 10$$
$$y = \frac{a \,.\, c}{b + a} = \frac{4200 \,.\, 10}{6000} = 7$$
$$x = c - y = 10 - 7 = 3$$

Für die größere Fläche sind also 7 Arbeiter, für die kleinere 3 Arbeiter erforderlich.

§ 47. Die Regeln für das Auflösen einer quadratischen Gleichung ergeben sich aus folgender Betrachtung.

Nach § 34 ist $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$; nach § 36 ist $\sqrt{a^2} = a$; also auch $\sqrt{(a + b)^2} = a + b$ folglich auch $\sqrt{a^2 + 2ab + b^2} = a + b$

Hat man nun eine quadratische Gleichung auf folgende Form gebracht:

$$x^2 + 2xb + b^2 = c$$

so würde man, um dieselbe aufzulösen, zunächst auf beiden Seiten der Gleichung die Wurzel ausziehen

$$\sqrt{x^2 + 2xb + b^2} = \sqrt{c}$$

und dies ist nach dem eben Gesagten

$$x + b = \sqrt{c} \text{ also}$$
$$x = \sqrt{c} - b$$

Den Ausdruck $x^2 + 2xb + b^2$ kann man auch schreiben $x^2 + 2bx + b^2$; vergleicht man nun das Glied ohne x und den Coefficienten des Gliedes mit x (= 2b), so findet man, daß das Glied ohne x = ist dem Quadrat des halben Coefficienten von x also $b^2 = \left(\frac{2b}{2}\right)^2 = b^2$; $(a - b)^2$ ist gleich $a^2 - 2ab + b^2$ oder $\sqrt{a^2 - 2ab + b^2} = a - b$ also auch $\sqrt{x^2 - 2bx + b^2} = x - b$; das Glied ohne x unter dem Wurzelzeichen ist auch hier = dem Quadrat des halben Coefficienten von x.

Man bringe daher allgemein die quadratische Gleichung auf die Form $x^2 + px = q$ oder auf die Form $x^2 - px = q$, addire auf beiden Seiten das Quadrat des halben Coefficienten von x hinzu, also bei $x^2 + px = q$

$$x^2 + px + \left(\frac{p}{2}\right)^2 = q + \left(\frac{p}{2}\right)^2$$

und ziehe dann die Wurzel aus, also

$$x + \frac{p}{2} = \sqrt{q + \left(\frac{p}{2}\right)^2} \text{ oder}$$

$$x = \sqrt{q + \left(\frac{p}{2}\right)^2} - \frac{p}{2}$$

Da $(+4).(+4) = 16$, und ebenso auch $(-4).(-4) = 16$ ist, so hat die Quadratwurzel einer Zahl stets 2 Werthe, welche entgegengesetzte Vorzeichen haben, im übrigen aber gleich ind; also $\sqrt{16} = +4$ und -4 oder ± 4, wie man gewöhnlich schreibt. Ebenso hat die Quadratwurzel $\sqrt{q + \left(\frac{p}{2}\right)^2}$ 2 Werthe und man schreibt daher die obige ormel $x = \pm \sqrt{q + \left(\frac{p}{2}\right)^2} - \frac{p}{2}$

Beispiele:

1) $x^2 - 6x = -8$

Der Coefficient von x ist $= (-6)$ die Hälfte $= -3$; dies n Quadrat erhoben, also $= (-3).(-3) = +9$; dies auf den Seiten der Gleichung hinzu addirt

$$x^2 - 6x + \left(\frac{6}{2}\right)^2 = -8 + \left(\frac{6}{2}\right)^2 \text{ oder}$$

$$x^2 - 6x + 9 = 1$$

urzel ausgezogen

$$x - 3 = \pm 1 \text{ also}$$

$$x = \pm 1 + 3 \text{ also}$$

$$x = 4 \text{ oder } 2$$

2) $x^2 - 5x = -6$

ızuaddirt $\left(-\frac{5}{2}\right)^2 = +\frac{25}{4}$

$$x^2 - 5x + \frac{25}{4} = -6 + \frac{25}{4} \text{ oder}$$

$$x^2 - 5x + \frac{25}{4} = \frac{1}{4}$$

urzel ausgezogen

$$x - \frac{5}{2} = \pm \frac{1}{2} \text{ oder}$$

$$x = \frac{5}{2} \pm \frac{1}{2} = 3 \text{ oder } 2$$

3) $x^2 + 6x = 7$

hinzuaddirt $\left(\frac{6}{2}\right)^2$

$$x^2 + 6x + 9 = 7 + 9 \text{ oder}$$

$$x^2 + 6x + 9 = 16$$

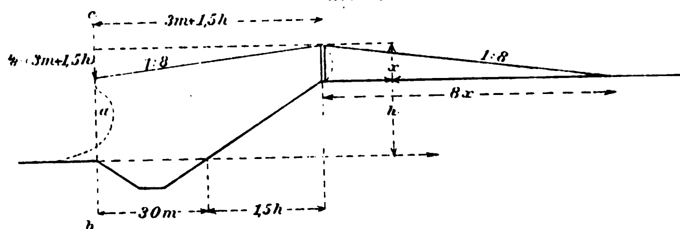
Wurzel ausgezogen $x + 3 = \pm 4$

$x = \pm 4 - 3 = + 1$ oder $- 7$

4) Es ist für einen Einschnitt ein Schneezaun*) zu berechnen, der an der Kante des Einschnitts aufgestellt und einen Ablagerungs-Querschnitt für den Schnee von F Quadratmeter Fläche schaffen soll. Wie hoch muß der Zaun sein?

Der Schnee lagert sich vor und hinter einer dichten Wand, wie in Abb. 1 angegeben ist und zwar so, daß die Oberfläche

Abb. 1.



des Schnees sich nach beiden Seiten in einer Neigung 1 : 8 abdacht. Wenn man den Bahngraben nicht mitrechnet, hingegen annimmt, daß die Schneeablagerung bis zur Planumskante vorschreiten kann und man die Unterwulstung a voll rechnet, so erhält man:

Die Fläche innerhalb des Zaunes $= \frac{3 + 3 + 1{,}5\,h}{2} \cdot h + (3 + 1{,}5\,h)\,x$ weniger das durch die Abdachung gebildete Dreieck $= \frac{(3 + 1{,}5\,h)(3 + 1{,}5\,h)}{2 \cdot 8}$; dazu die Fläche außerhalb des Zaunes $= 8\,x \cdot \frac{x}{2}$. Nach der Zusammenstellung und einigen Umformungen erhält man die Gleichung für die ganze Ablagerungsfläche F

$$F = 3\,h + {}^3/_4\,h^2 + 3\,x + 1{,}5\,h\,x + 4\,x^2 - \frac{(3 + 1{,}5\,h)^2}{2 \cdot 8}$$

die Glieder mit x auf die linke Seite gebracht:

$$4x^2 + 3x + 1{,}5\,h\,x = F + \frac{(3 + 1{,}5h)^2}{2 \cdot 8} - 3h - {}^3/_4\,h^2$$

*) „Schneewehen und Schneeschutzanlagen“. Ein Beitrag zur theoretischen Entwickelung und praktischen Lösung der Schneeschutzfrage. Mit 51 Figuren im Text und 7 Tafeln. Preis 3,60. (Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.)

durch 4 getheilt und die Glieder mit x zusammengefaßt

$$x^2 + (3/4 + 3/8 h) x = \frac{F}{4} + \frac{(3 + 1{,}5h)^2}{64} - 3/4 h - 3/16 h^2.$$

Wird jetzt zur Lösung der quadratischen Gleichung auf beiden Seiten das Quadrat der Hälfte des Factors von x, also $\left(\frac{3/4 + 3/8 h}{2}\right)^2$ addirt, so erhält man auf der linken Seite ein volles Quadrat.

$$(x + 3/8 + 3/16 h)^2 = (3/8 + 3/16 h)^2 + \frac{F}{4} + \frac{(3 + 1{,}5 h)^2}{64}$$
$$- 3/4 h - 3/16 h^2.$$

Auf beiden Seiten die Wurzel ausgezogen, für x aufgelöst und die Größen unter dem Wurzelzeichen geordnet ergiebt

$$x = -\frac{3 + 1{,}5 h}{8} + \sqrt{\frac{F}{4} + 0{,}28 - 0{,}47 h - 0{,}117 h^2}$$

als Lösung der quadratischen Gleichung.

Wird in diese Gleichung h — 0, was am Ende des Einschnittes der Fall ist, so erhält man die Höhe des Zaunes daselbst zu $x = -3/8 + \sqrt{\frac{F}{4} + 0{,}28}$. Will man jedoch die Tiefe des Einschnittes berechnen, bei welcher kein Zaun mehr nöthig ist, so muß in der ersten Gleichung $x = 0$ setzen und dann die Gleichung für h auflösen. Dann erhält man

$$0 = -\frac{3 + 1{,}5 h}{8} + \sqrt{\frac{F}{4} + 0{,}28 - 0{,}47 h - 0{,}117 h^2}$$

das negative Glied auf die linke Seite gebracht und quadrirt

$$\frac{9 + 9 h + 2{,}25 h^2}{64} = \frac{F}{4} + 0{,}28 - 0{,}47 h - 0{,}117 h^2$$

ausgerechnet und transponirt

$$0{,}61 h + 0{,}152 h^2 = \frac{F}{4} + 0{,}14$$

durch den Factor. von h^2 getheilt

$$h^2 + 4 h = 1{,}64 F + 0{,}92$$

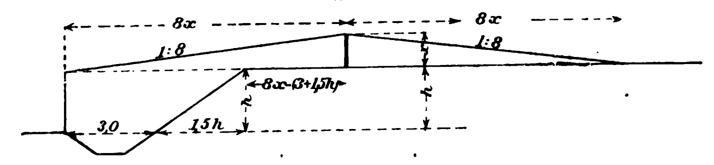
2^2 auf jeder Seite addirt

$$(h + 2)^2 = 1{,}64 F + 4{,}92 \text{ und endlich}$$
$$h = -2 + \sqrt{1{,}64 F + 4{,}92}$$

Ist also z. B. F = 20 □m, so ergiebt sich nach vorstehender Formel h = — 2 + 6,14 = 4,14 m d. h. also bei einem Ablagerungs-Querschnitt von 20 □m ist an den Stellen, wo der Einschnitt 4,14 m und tiefer ist, ein Zaun nicht mehr erforderlich.

5) Die vortheilhafteste Aufstellung des Schneezaunes ist die, wenn der Zaun um das 8fache seiner Höhe von der Bettungskante entfernt ist, da alsdann der Ablagerungs-Querschnitt für die betreffende Zaunhöhe am größten wird.*) Es ist die Höhe eines solchen Zaunes zu berechnen, wenn h die Tiefe

Abb. 2.



des Einschnittes und F der geforderte Ablagerungs-Querschnitt bedeutet. Nach Abb. 2 ergiebt sich

$$F = \frac{3,0 + 3,0 + 1,5\,h}{2} \cdot h + 8x\,\frac{x}{2} + 8x\,\frac{x}{2}$$

$$F = 3\,h + {}^3/_4\,h^2 + 8x^2 \text{ und hieraus}$$

$$x = \sqrt{\frac{F}{8} - \left(\frac{3\,h + 0,75\,h}{8}\right)^2}$$

b. Planimetrie.

1. Erklärung.

§ 1. Derjenige Theil der Mathematik, der von den räumlichen Größen handelt, heißt Geometrie. Ist ein Theil des Raumes allseitig begrenzt, so nennt man ihn Körper. Ein Körper wird von Flächen begrenzt, eine Fläche von Linien, eine Linie von Puncten. Mit den räumlichen Größen in einer ebenen Fläche (Ebene) beschäftigt sich die Planimetrie.

2. Von den Linien und Winkeln.

§ 2. Die kürzeste Verbindungslinie zwischen 2 Puncten heißt gerade Linie oder Gerade. Zieht man aus einem

*) Siehe Seite 43 des voraufgeführten Werkes.

Punct nach verschiedenen Richtungen 2 gerade Linien, so entsteht zwischen diesen Linien ein Winkel. Der Punct, von dem die Linien ausgehen, heißt Scheitel, auch Winkelpunct, die Linien heißen die Schenkel des Winkels. Die Bezeichnung des Winkels geschieht durch Einschreiben eines griechischen Buchstaben am Scheitel (Fig. 1) Tafel I $\angle \alpha$ Winkel = alpha; $\angle \beta$ = Winkel beta; $\angle \gamma$ = Winkel gamma; oder durch 3 Buchstaben (Fig. 2), von denen der mittelste an den Scheitel, die andern an die Enden der Schenkel des zu bezeichnenden Winkels gesetzt werden. $\angle$ bac.

§ 3. In Bezug auf die Größe unterscheidet man mehrere Arten Winkel. Weichen die beiden Schenkel so sehr auseinander, daß sie eine gerade Linie bilden, so heißt der Winkel ein gestreckter (Fig. 3) Tafel I; die Hälfte desselben heißt ein rechter Winkel (Fig. 4); ist der Winkel kleiner als ein rechter, so ist er spitz (Fig. 5); liegt die Größe zwischen einem rechten und gestreckten Winkel, so ist er stumpf (Fig. 6).

§ 4. Für besondere Arten von Winkeln sind besondere Bezeichnungen eingeführt. Verlängert man den einen Schenkel eines Winkels über den Scheitel hinaus, so entsteht ein zweiter Winkel (Fig. 7) Tafel I, beide Winkel nennt man Nebenwinkel. Aus der Entstehung der Nebenwinkel geht hervor, daß 2 zusammengehörige stets gleich einem gestreckten oder 2 rechten Winkeln sind. Verlängert man beide Schenkel über den Scheitel hinaus, so entstehen 4 Scheitelwinkel, von denen je 2 zusammengehören, nämlich $\angle$ bac und $\angle$ dae, ferner $\angle$ bad und $\angle$ cae (Fig. 8). Zusammengehörige Scheitelwinkel sind stets gleich groß.

§ 5. Zwei gerade Linien, die stets einen gleichen Abstand von einander behalten, wie weit man sie auch verlängern mag, sind parallel. gh || cd (Fig. 9) heißt: die Linie gh ist parallel der Linie cd. Werden 2 parallele Linien von einer Geraden durchschnitten, so entstehen 8 Winkel. Je ein äußerer und ein innerer Winkel an derselben Seite der schneidenden Linie sind gleich und heißen Gegenwinkel, also

$$\angle \text{bac} = \angle \text{afh}$$
$$\angle \text{fac} = \angle \text{efh}$$
$$\angle \text{bad} = \angle \text{afg}$$
$$\angle \text{daf} = \angle \text{gfe}$$

Je 2 äußere und je 2 innere Winkel an verschiedenen Seiten der schneidenden Linie sind ebenfalls gleich und heißen Wechselwinkel, also

$$\angle bad = \angle hfe$$
$$\angle bac = \angle gfe$$
$$\angle daf = \angle afh$$
$$\angle caf = \angle afg$$

§ 6. Zur Messung der Winkel dient die Kreislinie, indem man den Umfang eines Kreises in 360 Theile (Grade, bezeichnet mit 360°) theilt. Bei der Messung setzt man den Mittelpunct des Kreises auf den Winkelpunct (§ 2) des Winkels; die Entfernung der beiden Theilstriche des Kreises, welche dann mit den Schenkeln des Winkels zusammenfallen, geben die Größe des Winkels in Graden an. Hiernach hat ein gestreckter Winkel 180° = 180 Grad, ein rechter Winkel 90°. Für die feinere Messung der Winkel theilt man wieder jeden Grad in 60 Minuten (60′) und jede Minute in 60 Secunden (60″).

Man kann die Winkel auch durch das Verhältniß zwischen den Längen des Bogens und des zugehörigen Radius messen; die Größe des Winkels wird dann durch eine Verhältnißzahl angegeben. Betrüge beispielsweise die Bogenlänge eines Winkels α 0,112 m und die Länge des zugehörigen Radius 5 m, so wäre $\angle \alpha = \frac{0{,}112}{5{,}000} = 0{,}0224$. In rechtwinkligen Dreiecken mit einem sehr kleinen Winkel kann man die Größe desselben annähernd dadurch bezeichnen, daß man sich die den kleinen Winkel bildenden Seiten als Radien und die dem kleinen Winkel gegenüberliegende Seite als zugehörigen Bogen denkt und den Winkel gleich dem Quotienten (IIa § 11) aus der dem Winkel gegenüberliegenden Seite und einer der dem Winkel anliegenden Seiten setzt. Wäre z. B. in Fig. 28 $\angle$ ieh sehr klein und die Seite ih = 1 m, die Seite eh = 10 m, so wäre annähernd $\angle ieh = \frac{1}{10} = 0{,}1$.

Von einem Punct aus nach einer geraden Linie eine gerade Linie so ziehen, daß 2 rechte Winkel entstehen, heißt eine Normale, oder, wenn die gerade Linie horizontal gedacht wird, Senkrechte fällen; diese Linie steht dann normal oder *senkrecht auf* der ersten. Zieht man von einem Puncte einer *Linie eine an*dere Linie, so daß sich zwei rechte Winkel bilde

errichtet man eine Senkrechte. Statt Senkrechte sagt man
h Loth.

3. Von den ebenen Flächen.

§ 7. Die Gestalt der ebenen Flächen kann unendlich ver-
ieden sein; die bekannteren bezeichnet man mit dem Namen:
reieck, Viereck u. s. w., Vieleck (Polygon), und Kreis.

§ 8. Ein Dreieck ist eine Fläche, welche von 3 geraden
nien (Seiten) begrenzt wird. Man unterscheidet gleichseitige
ig. 10) Tafel I, gleichschenklige (Fig. 11) und ungleich-
itige Dreiecke (Fig. 12). Gleichschenklig nennt man Dreiecke,
i denen 2 Seiten gleich groß sind. Bezeichnet man irgend
ne Seite eines Dreiecks als Grundlinie (bei den gleich-
jenkligen Dreiecken ist dies die den beiden andern ungleiche
eite), so nennt man den dieser Linie gegenüberliegenden
Binkelpunct die Spitze des Dreiecks. Man unterscheidet ferner
och rechtwinklige, spitzwinklige und stumpfwinklige
Dreiecke, je nachdem die Dreiecke unter ihren 3 Winkeln einen
echten, nur spitze, oder einen stumpfen Winkel haben. Im
echtwinkligen Dreieck nennt man die beiden Seiten, welche
en rechten Winkel einschließen, Catheten, die dritte Seite
ypotenuse.

§ 9. Ein Viereck ist eine ebene Fläche, welche von 4
eraden Linien (Seiten) begrenzt wird.

Man unterscheidet 3 Hauptklassen:

1) Parallelogramm, d. h. ein Viereck, in welchem
2 gegenüberliegende Seiten parallel sind. (Fig. 13.)

2) Trapez, d. h. ein Viereck, in welchem nur 2 Seiten
rallel sind. (Fig. 14.)

3) Trapezoid, d. h. ein Viereck, in welchem gar keine
eiten parallel sind. (Fig. 15.)

Die Parallelogramme theilt man wieder in 4 Klassen:

a) Quadrat (4 gleiche Seiten und 4 rechte Winkel).
ig. 16.)

b) Rechteck (je 2 gleiche Seiten und 4 rechte Winkel).
ig. 17.)

c) Rhombe (4 gleiche Seiten und je 2 gegenüberliegende
itze und stumpfe gleiche Winkel). (Fig. 18.)

d) Rhomboide (je 2 gleiche Seiten und 2 gegenüber-
gende *spitze und stumpfe gleiche* Winkel). (Fig. 19.)

Eine Linie, welche 2 gegenüberliegende Winkelpuncte mit einander verbindet, heißt Diagonale. (Fig. 20.)

§ 10. Eine ebene Fläche mit einer krummen Begrenzungslinie, deren einzelne Puncte von einem bestimmten Punct der Fläche sämmtlich gleiche Entfernung haben, heißt ein Kreis. (Fig. 21.)

Den bestimmten Punct a nennt man Mittelpunct des Kreises, die krumme Begrenzungslinie Umfang oder Peripherie. Eine gerade Linie bc von einem Punct der Peripherie durch den Mittelpunct a des Kreises bis zur entgegengesetzten Seite der Peripherie gezogen, nennt man Durchmesser des Kreises; eine Linie ac, ab, ad, welche von einem Punct der Peripherie bis zum Mittelpunkt des Kreises geht, heißt Halbmesser oder Radius des Kreises.

Eine von Außen an den Kreis gezogene Linie ef, welche denselben auch bei ihrer Verlängerung nur in einem Punct d berührt, heißt Tangente. Eine Linie gh, welche 2 Puncte der Peripherie mit einander verbindet, heißt Sehne.

4. Vom Dreieck.

§ 11. In jedem Dreieck (Fig. 22) ist die Summe zweier Seiten größer als die dritte $ab + bc > ac$.

Beträgt also bei einem 3eckigen Stück Pachtland die Länge der einen Seite 12 m, so muß unter allen Umständen die Länge der beiden andern Seiten zusammen mehr als 12 m betragen.

§ 12. In jedem Dreieck beträgt die Summe der 3 Winkel stets 180^0; denn zieht man durch die Spitze des Dreiecks (Fig. 23) eine Linie de parallel zur Grundlinie ac, so bilden sich 3 Winkel, welche zusammen gleich einem gestreckten Winkel sind $= 180^0$; diese 3 Winkel sind = den 3 Winkeln im Dreieck, weil die an der Parallele liegenden Winkeln dba und ebc als Wechselwinkel den Winkeln an der Grundlinie des Dreiecks bac und bca gleich sind.

Sind also 2 Winkel eines Dreiecks bekannt, z. B. der eine $= 50^0$, der andere $= 70^0$, so ist der dritte $= 180^0 - (70^0 + 50^0) = 60^0$.

§ 13. Verlängert man eine Seite eines Dreiecks über *den Winkelpunct* hinaus (Fig. 24) Tafel I, so bildet sich ein *Winkel, den man* Außenwinkel; nennt da dieser Außenwinkel

dem daranliegenden Winkel des Dreiecks 180° beträgt, so ist lbe so groß wie die beiden andern Winkel des Dreiecks zunen (§. 12). $\angle dab = abc + \angle acb$.

§ 14. In jedem gleichseitigen Dreieck sind die Winkel nder gleich, mithin jeder $= \frac{180}{3} = 60°$.

§ 15. In jedem gleichschenkligen Dreieck sind die den chen Seiten gegenüberliegenden Winkel an der Grundlinie ch; ist daher ein Winkel im gleichschenkligen Dreieck bekannt, sind auch die beiden andern bekannt. Beträgt der Winkel der Spitze 40°, so betragen die beiden Winkel an der Grundie nach § 12 = 180 — 40 = 140°, und da diese Winkel ich sind, jeder 70°. Wäre ein Winkel an der Grundlinie 50°, so würde der Winkel an der Spitze = 180° — (2 . 50) = ° betragen.

§ 16. Um nun ein Dreieck zeichnen und abstecken zu nen, braucht man nicht alle 3 Seiten und alle 3 Winkel kennen, es genügt vielmehr, wenn man 3 Theile kennt, unter nen mindestens eine Seite ist; es ist dadurch ein Dreieck llständig bestimmt, bis auf den Fall, daß 2 Seiten und 1 Winkel geben sind, wenn dieser Winkel der kleinern der gegebenen eiten gegenüber liegt.

Ein Dreieck läßt sich also zeichnen oder abstecken, wenn geben ist:

1) alle 3 Seiten oder

2) 2 Seiten und der eingeschlossene oder der der größern genüberliegende Winkel oder

3) 1 Seite und 2 Winkel.

Hieraus folgt auch, daß 2 Dreiecke gleich groß und von leicher Form sind, wenn von 6 gleichliegenden Theilen (Seiten nd Winkel) 3 eine gleiche Größe haben, jedoch muß unter iesen eine Seite, und, wenn 2 Seiten gegeben sind, der der rößern gegenüberliegende, oder der eingeschlossene Winkel sein.

§ 17. In jedem gleichschenkligen und gleichseitigen Dreieck ig. 25) Tafel I steht eine Linie, welche die Mitte der Grundlinie it der Spitze des Dreiecks verbindet, auf der Grundlinie senkrecht d halbirt den Winkel an der Spitze. Dies ist aber nicht r Fall in einem ungleichseitigen Dreieck. Beispiel: Es sei auf nem Felde (Fig. 26) durch die Puncte b, a und c ein Winkel stimmt, *man will die Richtung* der Halbirungslinie dieses

Winkels ohne Winkelinstrument abstecken. Zu diesem Zweck fluchtet man in gleicher Entfernung von a zwischen ab und ac die Fluchtstangen d und f ein, dann zwischen d und f genau in der Mitte die Stange e, so geben die Stangen a, e und g die Richtung derjenigen Linie an, welche den Winkel bac halbirt.

§ 18. Wenn man in einem Dreieck (Fig. 27) zu einer Seite eine Parallele zieht, so bilden die dadurch entstehenden Theile der beiden andern Seiten Verhältnisse, welche einander gleich sind, oder mit andern Worten, so werden die beiden andern Seiten in proportionale Theile getheilt (§ 39 der Arithmetik), d. h. wenn de || ac so ist $ad : db = ce : eb$ oder $\frac{ad}{db} = \frac{ce}{eb}$.

Wie man aus dieser Proportion noch andere Proportionen herleiten kann, zeigt § 39 der Arithmetik, doch ist zu bemerken, daß dort die Größen durch einen Buchstaben, hier aber die Längen der Linien durch die beiden an die Enden der Linie gesetzten Buchstaben ausgedrückt sind. Aus obiger Proportion ergiebt sich darnach (s. § 39, Nr. 6)

$(ad + db) : db = (ce + eb) : eb$ oder da nach der Figur

$(ad + db) = ab$, und $(ce + eb) = cb$ ist

$ab : db = cb : eb$

§ 19. Dreiecke heißen ähnlich, wenn deren gleichliegende Winkel gleich groß sind. In ähnlichen Dreiecken sind die gleichliegenden Seiten proportionirt. Da nun in den beiden Dreiecken deb und abc (Fig. 27) die Winkel wegen der parallelen Grundlinien gleich groß und mithin die Dreiecke ähnlich sind, so verhält sich

$$ab : db = cb : eb,$$

was wir schon im § 18 durch Rechnung fanden, ebenso verhalten sich auch die beiden Grundlinien wie zwei gleichliegende Seiten, also

$$de : db = ac : ab$$

Beispiele. 1) Zwei parallele Gleise (Fig. 28), welche 4,50 m von Mitte zu Mitte entfernt liegen, sollen durch ein Gleise verbunden werden, dessen Weichen Herzstücke 1 : 11 haben. Wie groß ist die Entfernung zwischen den Schnittpuncten der Gleismitten in der Richtung des einen parallelen Gleises gemessen?

ab und cd seien die Mitten der parallelen Gleise, ei die Mitte des Verbindungsgleises; ein Loth von dem Schnittpunct i *auf die Gleismitte* cd gefällt, trifft diese in h; ih ist = 4,50 m,

gesucht wird die Länge von eh. Wenn Herzstücke 1 : 11 angewandt werden sollen, so muß stets die an beliebiger Stelle errichtete Senkrechte $gf = \frac{1}{11} eg$ sein, also wenn man von e 11 m bis g absteckt und in g ein Loth errichtet, so muß die Länge dieses Lothes 1 m betragen.

Nun sind die beiden Dreiecke egf und ehi einander ähnlich, da die 3 Winkel gleich sind; es ist nämlich der Winkel an der Spitze gemeinsam, sodann ist $\angle fge = \angle ihe = 90^0$, weil fg und ih auf cd senkrecht stehen. Es verhält sich also nach § 19

$$eh : ih = eg : gf \text{ oder}$$

$$\frac{eh}{ih} = \frac{eg}{gf}$$

In dieser Gleichung ist eh allein unbekannt, wenn wir also die Gleichung nach eh auflösen (s. § 42 der Arithmetik), so bekommen wir den Werth von eh. Es ist

$$eh = \frac{eg}{gf} . ih$$

nun ist $eg = 11$; $gf = 1$; $ih = 4{,}50$

also $eh = \frac{11}{1} . 4{,}50 = 49{,}50$ m.

2) Man will die Entfernung zwischen 2 Puncten a und c (Fig. 29) messen, ein directes Messen ist nicht möglich, da zwischen beiden Puncten ein Haus liegt. Winkelinstrument ist nicht vorhanden.

Man wähle sich einen von a und c aus zugänglichen Punct b, stecke dann eine Linie ed parallel der Linie ca ab, dann ist

$$ac : ab = de : db \text{ oder}$$

$$\frac{ac}{ab} = \frac{de}{db} \text{ oder } ac = \frac{de}{db} . ab$$

Man habe $ab = 15$ m 12 cm, $cb = 11$ m 25 cm gemessen, das Verhältniß beider Seiten ist also $\frac{15{,}12}{11{,}25}$, soll nun de ∥ ac werden, so muß $\frac{db}{eb} = \frac{15{,}12}{11{,}25}$ sein (§ 28); wenn wir also eb beliebig = 3 m abstecken, so muß $db = \frac{15{,}12}{11{,}25} . 3 = 4{,}032$ sein.

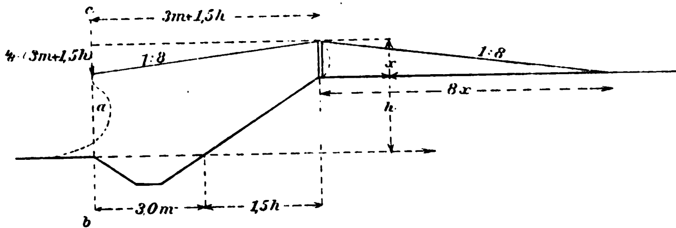
Wurzel ausgezogen $x + 3 = \pm 4$

$$x = \pm 4 - 3 = + 1 \text{ oder } - 7$$

4) Es ist für einen Einschnitt ein Schneezaun*) zu berechne[n] der an der Kante des Einschnitts aufgestellt und einen Ab lagerungs-Querschnitt für den Schnee von F Quadratmeter Fläch[e] schaffen soll. Wie hoch muß der Zaun sein?

Der Schnee lagert sich vor und hinter einer dichten Wan[d] wie in Abb. 1 angegeben ist und zwar so, daß die Oberfläch[e]

Abb. 1.



des Schnees sich nach beiden Seiten in einer Neigung 1 : 8 ab dacht. Wenn man den Bahngraben nicht mitrechnet, hingege[n] annimmt, daß die Schneeablagerung bis zur Planumskante vor schreiten kann und man die Unterwulstung a voll rechnet, [s]o erhält man:

Die Fläche innerhalb des Zaunes $= \frac{3 + 3 + 1,5\,h}{2} \cdot h$ $+ (3 + 1,5\,h)\,x$ weniger das durch die Abdachung gebildet[e] Dreieck $= \frac{(3 + 1,5\,h)(3 + 1,5\,h)}{2 \cdot 8}$; dazu die Fläche außerhal[b] des Zaunes $= 8\,x \frac{x}{2}$. Nach der Zusammenstellung und einige[r] Umformungen erhält man die Gleichung für die ganze Ab lagerungsfläche F

$$F = 3\,h + {}^3/_4\,h^2 + 3\,x + 1,5\,h\,x + 4\,x^2 - \frac{(3 + 1,5\,h)^2}{2 \cdot 8}$$

die Glieder mit x auf die linke Seite gebracht:

$$4x^2 + 3x + 1,5\,h\,x = F + \frac{(3 + 1,5h)^2}{2 \cdot 8} - 3h - {}^3/_4\,h^2$$

*) „Schneewehen und Schneeschutzanlagen". Ein Beitrag zur theo retischen Entwickelung und praktischen Lösung der Schneeschutzfrage Mit 51 Figuren im Text und 7 Tafeln. Preis 3,60. (Verlag vo[n] J. F. Bergmann in Wiesbaden.)

durch 4 getheilt und die Glieder mit x zusammengefaßt

$$x^2 + (^3/_4 + ^3/_8 h) x = \frac{F}{4} + \frac{(3 + 1,5h)^2}{64} - ^3/_4 h - ^3/_{16} h^2.$$

Wird jetzt zur Lösung der quadratischen Gleichung auf beiden Seiten das Quadrat der Hälfte des Factors von x, also $\left(\frac{^3/_4 + ^3/_8 h}{2}\right)^2$ addirt, so erhält man auf der linken Seite ein volles Quadrat.

$$(x + ^3/_8 + ^3/_{16} h)^2 = (^3/_8 + ^3/_{16} h)^2 + \frac{F}{4} + \frac{(3 + 1,5 h)^2}{64} - ^3/_4 h - ^3/_{16} h^2.$$

Auf beiden Seiten die Wurzel ausgezogen, für x aufgelöst und die Größen unter dem Wurzelzeichen geordnet ergiebt

$$x = -\frac{3 + 1,5 h}{8} + \sqrt{\frac{F}{4} + 0,28 - 0,47 h - 0,117 h^2}$$

als Lösung der quadratischen Gleichung.

Wird in diese Gleichung h — 0, was am Ende des Einschnittes der Fall ist, so erhält man die Höhe des Zaunes daselbst zu $x = -^3/_8 + \sqrt{\frac{F}{4} + 0,28}$. Will man jedoch die Tiefe des Einschnittes berechnen, bei welcher kein Zaun mehr nöthig ist, so muß in der ersten Gleichung $x = 0$ setzen und dann die Gleichung für h auflösen. Dann erhält man

$$0 = -\frac{3 + 1,5 h}{8} + \sqrt{\frac{F}{4} + 0,28 - 0,47 h - 0,117 h^2}$$

das negative Glied auf die linke Seite gebracht und quadrirt

$$\frac{9 + 9 h + 2,25 h^2}{64} = \frac{F}{4} + 0,28 - 0,47 h - 0,117 h^2$$

ausgerechnet und transponirt

$$0,61 h + 0,152 h^2 = \frac{F}{4} + 0,14$$

durch den Factor, von h^2 getheilt

$$h^2 + 4 h = 1,64 F + 0,92$$

2^2 auf jeder Seite addirt

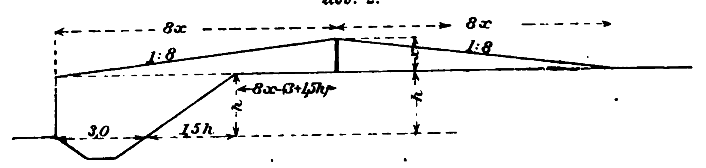
$$(h + 2)^2 = 1,64 F + 4,92 \text{ und endlich}$$

$$h = -2 + \sqrt{1,64 F + 4,92}$$

Ist also z. B. F = 20 □m, so ergiebt sich nach vorstehender Formel h = — 2 + 6,14 = 4,14 m d. h. also bei einem Ablagerungs-Querschnitt von 20 □m ist an den Stellen, wo der Einschnitt 4,14 m und tiefer ist, ein Zaun nicht mehr erforderlich.

5) Die vortheilhafteste Aufstellung des Schneezaunes ist die, wenn der Zaun um das 8fache seiner Höhe von der Bettungskante entfernt ist, da alsdann der Ablagerungs-Querschnitt für die betreffende Zaunhöhe am größten wird.*) Es ist die Höhe eines solchen Zaunes zu berechnen, wenn h die Tiefe

Abb. 2.



des Einschnittes und F der geforderte Ablagerungs-Querschnitt bedeutet. Nach Abb. 2 ergiebt sich

$$F = \frac{3{,}0 + 3{,}0 + 1{,}5\,h}{2} \cdot h + 8x\,\frac{x}{2} + 8x\,\frac{x}{2}$$

$$F = 3\,h + {}^3/_4\,h^2 + 8x^2 \text{ und hieraus}$$

$$x = \sqrt{\frac{F}{8} - \left(\frac{3\,h + 0{,}75\,h}{8}\right)^2}$$

b. Planimetrie.

1. Erklärung.

§ 1. Derjenige Theil der Mathematik, der von den räumlichen Größen handelt, heißt Geometrie. Ist ein Theil des Raumes allseitig begrenzt, so nennt man ihn Körper. Ein Körper wird von Flächen begrenzt, eine Fläche von Linien, eine Linie von Puncten. Mit den räumlichen Größen in einer ebenen Fläche (Ebene) beschäftigt sich die Planimetrie.

2. Von den Linien und Winkeln.

§ 2. Die kürzeste Verbindungslinie zwischen 2 Puncten heißt gerade Linie oder Gerade. Zieht man aus einem

*) Siehe Seite 43 des voraufgeführten Werkes.

Punct nach verschiedenen Richtungen 2 gerade Linien, so entsteht zwischen diesen Linien ein Winkel. Der Punct, von dem die Linien ausgehen, heißt Scheitel, auch Winkelpunct, die Linien heißen die Schenkel des Winkels. Die Bezeichnung des Winkels geschieht durch Einschreiben eines griechischen Buchstaben am Scheitel (Fig. 1) Tafel I $\angle \alpha$ Winkel = alpha; $\angle \beta$ = Winkel beta; $\angle \gamma$ = Winkel gamma; oder durch 3 Buchstaben (Fig. 2), von denen der mittelste an den Scheitel, die andern an die Enden der Schenkel des zu bezeichnenden Winkels gesetzt werden. $\angle$ bac.

§ 3. In Bezug auf die Größe unterscheidet man mehrere Arten Winkel. Weichen die beiden Schenkel so sehr auseinander, daß sie eine gerade Linie bilden, so heißt der Winkel ein gestreckter (Fig. 3) Tafel I; die Hälfte desselben heißt ein rechter Winkel (Fig. 4); ist der Winkel kleiner als ein rechter, so ist er spitz (Fig. 5); liegt die Größe zwischen einem rechten und gestreckten Winkel, so ist er stumpf (Fig. 6).

§ 4. Für besondere Arten von Winkeln sind besondere Bezeichnungen eingeführt. Verlängert man den einen Schenkel eines Winkels über den Scheitel hinaus, so entsteht ein zweiter Winkel (Fig. 7) Tafel I, beide Winkel nennt man Nebenwinkel. Aus der Entstehung der Nebenwinkel geht hervor, daß 2 zusammengehörige stets gleich einem gestreckten oder 2 rechten Winkeln sind. Verlängert man beide Schenkel über den Scheitel hinaus, so entstehen 4 Scheitelwinkel, von denen je 2 zusammengehören, nämlich $\angle$ bac und $\angle$ dae, ferner $\angle$ bad und $\angle$ cae (Fig. 8). Zusammengehörige Scheitelwinkel sind stets gleich groß.

§ 5. Zwei gerade Linien, die stets einen gleichen Abstand von einander behalten, wie weit man sie auch verlängern mag, sind parallel. gh $\parallel$ cd (Fig. 9) heißt: die Linie gh ist parallel der Linie cd. Werden 2 parallele Linien von einer Geraden durchschnitten, so entstehen 8 Winkel. Je ein äußerer und ein innerer Winkel an derselben Seite der schneidenden Linie sind gleich und heißen Gegenwinkel, also

$$\angle bac = \angle afh$$
$$\angle fac = \angle efh$$
$$\angle bad = \angle afg$$
$$\angle daf = \angle gfe$$

Je 2 äußere und je 2 innere Winkel an versch Seiten der schneidenden Linie sind ebenfalls gleich und **Wechselwinkel**, also

$$\angle bad = \angle hfe$$
$$\angle bac = \angle gfe$$
$$\angle daf = \angle afh$$
$$\angle caf = \angle afg$$

§ 6. Zur Messung der Winkel dient die Kreislin dem man den Umfang eines Kreises in 360 Theile ((bezeichnet mit 360°) theilt. Bei der Messung setzt m Mittelpunct des Kreises auf den Winkelpunct (§ 2) de kels; die Entfernung der beiden Theilstriche des Kreises, dann mit den Schenkeln des Winkels zusammenfallen, ge Größe des Winkels in Graden an. Hiernach hat ein ge Winkel 180° = 180 Grad, ein rechter Winkel 90°. feinere Messung der Winkel theilt man wieder jeden G 60 **Minuten** (60′) und jede Minute in 60 **Secunde**

Man kann die Winkel auch durch das Verhältniß z den Längen des Bogens und des zugehörigen Radius die Größe des Winkels wird dann durch eine Verhält angegeben. Betrüge beispielsweise die Bogenlänge eines α 0,112 m und die Länge des zugehörigen Radius 5 wäre $\angle \alpha = \frac{0,112}{5,000} = 0,0224$. In rechtwinkligen Dreiec einem sehr kleinen Winkel kann man die Größe d annähernd dadurch bezeichnen, daß man sich die den Winkel bildenden Seiten als Radien und die dem Winkel gegenüberliegende Seite als zugehörigen Boge und den Winkel gleich dem Quotienten (IIa § 11) a dem Winkel gegenüberliegenden Seite und einer der dem anliegenden Seiten setzt. Wäre z. B. in Fig. 28 $\angle$ ie klein und die Seite ih = 1 m, die Seite eh = 10 m, annähernd $\angle ieh = \frac{1}{10} = 0,1$.

Von einem Punct aus nach einer geraden Linie ein Linie so ziehen, daß 2 rechte Winkel entstehen, heißt ein **male**, oder, wenn die gerade Linie horizontal gedach **Senkrechte fällen**; diese Linie steht dann **norma** senkrecht auf der ersten. Zieht man von einem Punct Linie eine andere Linie, so daß sich zwei rechte Winkel

so errichtet man eine Senkrechte. Statt Senkrechte sagt man auch Loth.

3. Von den ebenen Flächen.

§ 7. Die Gestalt der ebenen Flächen kann unendlich verschieden sein; die bekannteren bezeichnet man mit dem Namen: Dreieck, Viereck u. s. w., Vieleck (Polygon), und Kreis.

§ 8. Ein Dreieck ist eine Fläche, welche von 3 geraden Linien (Seiten) begrenzt wird. Man unterscheidet gleichseitige Fig. 10) Tafel I, gleichschenklige (Fig. 11) und ungleichseitige Dreiecke (Fig. 12). Gleichschenklig nennt man Dreiecke, ei denen 2 Seiten gleich groß sind. Bezeichnet man irgend ine Seite eines Dreiecks als Grundlinie (bei den gleichhenkligen Dreiecken ist dies die den beiden andern ungleiche eite), so nennt man den dieser Linie gegenüberliegenden Winkelpunct die Spitze des Dreiecks. Man unterscheidet ferner och rechtwinklige, spitzwinklige und stumpfwinklige reiecke, je nachdem die Dreiecke unter ihren 3 Winkeln einen chten, nur spitze, oder einen stumpfen Winkel haben. Im chtwinkligen Dreieck nennt man die beiden Seiten, welche n rechten Winkel einschließen, Catheten, die dritte Seite ypotenuse.

§ 9. Ein Viereck ist eine ebene Fläche, welche von 4 raden Linien (Seiten) begrenzt wird.

Man unterscheidet 3 Hauptklassen:

1) Parallelogramm, d. h. ein Viereck, in welchem 2 gegenüberliegende Seiten parallel sind. (Fig. 13.)

2) Trapez, d. h. ein Viereck, in welchem nur 2 Seiten rallel sind. (Fig. 14.)

3) Trapezoid, d. h. ein Viereck, in welchem gar keine eiten parallel sind. (Fig. 15.)

Die Parallelogramme theilt man wieder in 4 Klassen:

a) Quadrat (4 gleiche Seiten und 4 rechte Winkel). ig. 16.)

b) Rechteck (je 2 gleiche Seiten und 4 rechte Winkel). ig. 17.)

c) Rhombe (4 gleiche Seiten und je 2 gegenüberliegende itze und stumpfe gleiche Winkel). (Fig. 18.)

d) Rhomboide (je 2 gleiche Seiten und 2 gegenüber-gende spitze und stumpfe gleiche Winkel). (Fig. 19.)

Eine Linie, welche 2 gegenüberliegende Winkelpuncte mit einander verbindet, heißt Diagonale. (Fig. 20.)

§ 10. Eine ebene Fläche mit einer krummen Begrenzungslinie, deren einzelne Puncte von einem bestimmten Punct der Fläche sämmtlich gleiche Entfernung haben, heißt ein Kreis. (Fig. 21.)

Den bestimmten Punct a nennt man Mittelpunct des Kreises, die krumme Begrenzungslinie Umfang oder Peripherie. Eine gerade Linie bc von einem Punct der Peripherie durch den Mittelpunct a des Kreises bis zur entgegengesetzten Seite der Peripherie gezogen, nennt man Durchmesser des Kreises; eine Linie ac, ab, ad, welche von einem Punct der Peripherie bis zum Mittelpunkt des Kreises geht, heißt Halbmesser oder Radius des Kreises.

Eine von Außen an den Kreis gezogene Linie ef, welche denselben auch bei ihrer Verlängerung nur in einem Punct d berührt, heißt Tangente. Eine Linie gh, welche 2 Puncte der Peripherie mit einander verbindet, heißt Sehne.

4. Vom Dreieck.

§ 11. In jedem Dreieck (Fig. 22) ist die Summe zweier Seiten größer als die dritte $ab + bc > ac$.

Beträgt also bei einem 3eckigen Stück Pachtland die Länge der einen Seite 12 m, so muß unter allen Umständen die Länge der beiden andern Seiten zusammen mehr als 12 m betragen.

§ 12. In jedem Dreieck beträgt die Summe der 3 Winkel stets 180°; denn zieht man durch die Spitze des Dreiecks (Fig. 23) eine Linie de parallel zur Grundlinie ac, so bilden sich 3 Winkel, welche zusammen gleich einem gestreckten Winkel sind = 180°; diese 3 Winkel sind = den 3 Winkeln im Dreieck, weil die an der Parallele liegenden Winkeln dba und ebc als Wechselwinkel den Winkeln an der Grundlinie des Dreiecks bac und bca gleich sind.

Sind also 2 Winkel eines Dreiecks bekannt, z. B. der eine = 50°, der andere = 70°, so ist der dritte $= 180^0 - (70^0 + 50^0) = 60^0$.

§ 13. Verlängert man eine Seite eines Dreiecks über den Winkelpunct hinaus (Fig. 24) Tafel I, so bildet sich ein *Winkel, den man* Außenwinkel; nennt da dieser Außenwinkel

mit dem daranliegenden Winkel des Dreiecks 180° beträgt, so ist derselbe so groß wie die beiden andern Winkel des Dreiecks zusammen (§ 12). $\angle dab = abc + \angle acb$.

§ 14. In jedem gleichseitigen Dreieck sind die Winkel einander gleich, mithin jeder $= \frac{180}{3} = 60^\circ$.

§ 15. In jedem gleichschenkligen Dreieck sind die den gleichen Seiten gegenüberliegenden Winkel an der Grundlinie gleich; ist daher ein Winkel im gleichschenkligen Dreieck bekannt, so sind auch die beiden andern bekannt. Beträgt der Winkel an der Spitze 40°, so betragen die beiden Winkel an der Grundlinie nach § 12 = 180 — 40 = 140°, und da diese Winkel gleich sind, jeder 70°. Wäre ein Winkel an der Grundlinie = 50°, so würde der Winkel an der Spitze = 180° — (2 . 50) = 80° betragen.

§ 16. Um nun ein Dreieck zeichnen und abstecken zu können, braucht man nicht alle 3 Seiten und alle 3 Winkel zu kennen, es genügt vielmehr, wenn man 3 Theile kennt, unter denen mindestens eine Seite ist; es ist dadurch ein Dreieck vollständig bestimmt, bis auf den Fall, daß 2 Seiten und 1 Winkel gegeben sind, wenn dieser Winkel der kleinern der gegebenen Seiten gegenüber liegt.

Ein Dreieck läßt sich also zeichnen oder abstecken, wenn gegeben ist:

1) alle 3 Seiten oder

2) 2 Seiten und der eingeschlossene oder der der größern gegenüberliegende Winkel oder

3) 1 Seite und 2 Winkel.

Hieraus folgt auch, daß 2 Dreiecke gleich groß und von gleicher Form sind, wenn von 6 gleichliegenden Theilen (Seiten und Winkel) 3. eine gleiche Größe haben, jedoch muß unter diesen eine Seite, und, wenn 2 Seiten gegeben sind, der der größern gegenüberliegende, oder der eingeschlossene Winkel sein.

§ 17. In jedem gleichschenkligen und gleichseitigen Dreieck (Fig. 25) Tafel I steht eine Linie, welche die Mitte der Grundlinie mit der Spitze des Dreiecks verbindet, auf der Grundlinie senkrecht und halbirt den Winkel an der Spitze. Dies ist aber nicht der Fall in einem ungleichseitigen Dreieck. Beispiel: Es sei auf einem Felde (Fig. 26) durch die Puncte b, a und c ein Winkel bestimmt, *man will die Richtung* der Halbirungslinie dieses

Winkels ohne Winkelinstrument abstecken. Zu diesem Zwec fluchtet man in gleicher Entfernung von a zwischen ab und a die Fluchtstangen d und f ein, dann zwischen d und f genau in der Mitte die Stange e, so geben die Stangen a, e und g di Richtung derjenigen Linie an, welche den Winkel bac halbirt.

§ 18. Wenn man in einem Dreieck (Fig. 27) zu eine Seite eine Parallele zieht, so bilden die dadurch entstehende Theile der beiden andern Seiten Verhältnisse, welche einande gleich sind, oder mit andern Worten, so werden die beiden ander Seiten in proportionale Theile getheilt (§ 39 der Arithmetik) d. h. wenn de || ac so ist ad : db = ce : eb oder $\frac{ad}{db} = \frac{ce}{eb}$.

Wie man aus dieser Proportion noch andere Proportionen herleiten kann, zeigt § 39 der Arithmetik, doch ist zu bemerken daß dort die Größen durch einen Buchstaben, hier aber di Längen der Linien durch die beiden an die Enden der Linie gesetzten Buchstaben ausgedrückt sind. Aus obiger Proportion ergiebt sich darnach (s. § 39, Nr. 6)

(ad + db) : db = (ce + eb) : eb oder da nach der Figur
(ad + db) = ab, und (ce + eb) = cb ist
ab : db = cb : eb

§ 19. Dreiecke heißen ähnlich, wenn deren gleichliegende Winkel gleich groß sind. In ähnlichen Dreiecken sind die gleichliegenden Seiten proportionirt. Da nun in den beiden Dreiecke deb und abc (Fig. 27) die Winkel wegen der parallelen Grundlinien gleich groß und mithin die Dreiecke ähnlich sind, so verhält sich

ab : db = cb : eb,

was wir schon im § 18 durch Rechnung fanden, ebenso verhalte sich auch die beiden Grundlinien wie zwei gleichliegende Seiten, al

de : db = ac : ab

Beispiele. 1) Zwei parallele Gleise (Fig. 28), welch 4,50 m von Mitte zu Mitte entfernt liegen, sollen durch ei Gleise verbunden werden, dessen Weichen Herzstücke 1 : 11 habe Wie groß ist die Entfernung zwischen den Schnittpuncten de Gleismitten in der Richtung des einen parallelen Gleises gemessen?

ab und cd seien die Mitten der parallelen Gleise, ei di Mitte des Verbindungsgleises; ein Loth von dem Schnittpunct *auf die Gleismitte* cd gefällt, trifft diese in h; ih ist = 4,50 m

gesucht wird die Länge von eh. Wenn Herzstücke 1 : 11 angewandt werden sollen, so muß stets die an beliebiger Stelle errichtete Senkrechte gf $= \frac{1}{11}$ eg sein, also wenn man von e 11 m bis g absteckt und in g ein Loth errichtet, so muß die Länge dieses Lothes 1 m betragen.

Nun sind die beiden Dreiecke egf und ehi einander ähnlich, da die 3 Winkel gleich sind; es ist nämlich der Winkel an der Spitze gemeinsam, sodann ist $\angle$ fge $= \angle$ ihe $= 90^0$, weil fg und ih auf cd senkrecht stehen. Es verhält sich also nach § 19

$$eh : ih = eg : gf \text{ oder}$$
$$\frac{eh}{ih} = \frac{eg}{gf}$$

In dieser Gleichung ist eh allein unbekannt, wenn wir also die Gleichung nach eh auflösen (s. § 42 der Arithmetik), so bekommen wir den Werth von eh. Es ist

$$eh = \frac{eg}{gf} . ih$$

nun ist eg $= 11$; gf $= 1$; ih $= 4{,}50$

also eh $= \frac{11}{1} . 4{,}50 = 49{,}50$ m.

2) Man will die Entfernung zwischen 2 Puncten a und c (Fig. 29) messen, ein directes Messen ist nicht möglich, da zwischen beiden Puncten ein Haus liegt. Winkelinstrument ist nicht vorhanden.

Man wähle sich einen von a und c aus zugänglichen Punct b, stecke dann eine Linie ed parallel der Linie ca ab, dann ist

$$ac : ab = de : db \text{ oder}$$
$$\frac{ac}{ab} = \frac{de}{db} \text{ oder } ac = \frac{de}{db} . ab$$

Man habe ab $= 15$ m 12 cm, cb $= 11$ m 25 cm gemessen, das Verhältniß beider Seiten ist also $\frac{15{,}12}{11{,}25}$, soll nun de || ac werden, so muß $\frac{db}{eb} = \frac{15{,}12}{11{,}25}$ sein (§ 28); wenn wir also eb beliebig $= 3$ m abstecken, so muß db $= \frac{15{,}12}{11{,}25} . 3 = 4{,}032$ sein.

Man stecke also von b aus in der Richtung auf c 3 m, in der Richtung auf a 4,032 m ab und messe dann die Entfernung de möglichst genau. Die Messung ergebe nun de = 2,17 m.

Wie vorhin ausgerechnet, ist

$$ac = \frac{de}{db} \cdot ab$$

oder wenn wir die eben gefundenen Werthe einsetzen

$$ac = \frac{2,17}{4,032} \cdot 15,12 = 8,137$$

Die Puncte a und c liegen also 8,137 m von einander entfernt.

3) Die Höhe eines Thurmes soll möglichst annähernd ohne Winkelinstrument bestimmt werden.

Die Linie df (Fig. 30) stelle den Thurm vor; in einiger Entfernung vom Thurm nivellire man den Punct g in der Höhe des Punctes f ein und bringe darüber ein im Puncte a vertical drehbares Lattengestell so an, daß ac wagerecht ist, nun drehe man die Latte ab um a so viel, daß, wenn man in der Richtung ab visirt, in diese Visirlinie die Spitze des Thurmes d fällt. Nachdem der Winkel bac möglichst unverschiebbar befestigt ist, ziehe man etwa mit einem Holzwinkel von 90° eine Senkrechte auf ac, welche die Visirlinie ab in b schneidet und messe dann möglichst genau die Länge von cb.

Nach § 19 verhält sich

$$de : bc = ea : ca \text{ oder}$$

$$\frac{de}{bc} = \frac{ea}{ca} \text{ oder } de = \frac{ea}{ca} \cdot bc$$

Aus dieser Gleichung ist ed leicht zu berechnen, denn die Längen ea, ca und bc lassen sich direct messen.

Hat man durch Messung gefunden ea = 36,43 m; ac = 1 m; cb = 1,143 m, so ist $de = \frac{36,43}{1} \cdot 1,143 = 41,639 \ldots$ läge nun die wagerechte Latte ac 1,75 m über g, so würde die gesuchte Höhe des Thurmes = 41,639 + 1,75 = 43,389 m sein.

Wäre die Höhe des Thurmes bekannt gewesen und man hätte die Entfernung eines Punctes von demselben messen wollen, die man aus irgend einem Grunde nicht direct messen konnte, so würde das Verfahren dasselbe gewesen sein; man

hätte dann nur die Proportion de : bc = ea : ca nach ea auflösen müssen, also

$$\frac{de}{bc} = \frac{ea}{ca} \text{ oder } \frac{de}{bc} \cdot ca = ea$$

und hätte dann in diese Gleichung die durch Messung gefundenen Werthe eingesetzt.

5. Vom Viereck.

§ 20. In jedem Viereck ist die Summe aller Winkel = 4 rechten Winkeln = 4 R. Zieht man eine Diagonale (Fig. 31), so entstehen 2 Dreiecke, deren Winkel je 180^0 (§ 12) also zusammen 360^0 = 4 R. sind; die Winkel des Vierecks sind aber gleich den Winkeln der beiden Dreiecke.

§ 21. Zieht man in einem Parallelogramm (Fig. 32) eine Diagonale, so entstehen zwei Dreiecke, welche gleich groß sind und gleiche Form haben.

§ 22. Aus den Erklärungen im § 9 ergiebt sich Nachstehendes:

Ein Quadrat läßt sich zeichnen oder abstecken, wenn eine Seite gegeben ist; ein Rechteck, wenn 2 Seiten, ein Rhombus, wenn eine Seite und ein Winkel, ein Rhomboid, wenn 2 Seiten und ein Winkel gegeben sind.

§ 23. Zieht man in einem Parallelogramm (Fig. 33) beide Diagonalen, so ist der Durchschnittspunct auch der Halbirungspunct der Diagonalen.

6. Von der Ausmessung ebener Flächen.

§ 24. Um ebene Flächen auszumessen, nimmt man als Maaß das Quadratmeter. Höhe eines Parallelogramms (Fig. 34 u. 35) ist die lothrechte Entfernung zwischen Grundlinie oder Verlängerung derselben und der dieser gegenüberliegenden Seite; Höhe eines Trapezes (Fig. 36) ist die lothrechte Entfernung der beiden parallelen Seiten: Höhe eines Dreiecks (Fig. 37 u. 38) ist die lothrechte Entfernung zwischen Spitze und Grundlinie des Dreiecks oder Verlängerung derselben. Drückt man die Längen der Seiten und Höhen nachstehender ebener Flächen in Metern aus, so ist

a) Flächeninhalt (= I) eines jeden Parallelogramms gleich Product aus Grundlinie (= g) und Höhe (= h); also I = g . h qm. Z. B. *Fig. 34 sei ab* = 6 m und ac = h = 4 m,

dann ist der Flächeninhalt von $abcd = I = 6 . 4 = 24$ qm, oder Fig. 35 sei $ab = 2$ m und $ef = h = 4$ m, dann ist der Flächeninhalt von $abcd = I = 2 . 4 = 8$ qm.

b) Flächeninhalt ($= I$) eines jeden Dreiecks gleich dem halben Product aus Grundlinie ($= g$) und Höhe ($= h$); also $I = \frac{g . h}{2}$ qm. Z. B. Fig. 37 u. 38 sei $ab = 2$ m und $h = 5$ m, dann ist der Flächeninhalt von $abc = \frac{2 . 5}{2} = 5$ qm.

c) Flächeninhalt ($= I$) eines jeden Trapezes gleich dem Product aus der halben Summe der parallelen Seiten $\left(\frac{g + a}{2}\right)$ und Höhe ($= h$); also $I = \left(\frac{g + a}{2}\right) . h$ qm, z. B. Fig. 36 sei $ab = 5$ m, $dc = 3$ m und $h = 2$ m, dann ist der Flächeninhalt von $abcd = I = \frac{5 + 3}{2} . 2 = 8$ qm.

d) Den Inhalt eines Dreiecks, von dem nur die 3 Seiten $= a$, b und c gegeben sind, berechne man nach folgender Formel in der p die halbe Summe der 3 Seiten, a, b und c bezeichne $I = \sqrt{p . (p - a) . (p - b) . (p - c)}$. Es seien in einem Dreieck die 3 Seiten $= 15$ m, 12 m und 11 m gemessen, man soll den Inhalt berechnen; dann ist

$$p = \frac{15 + 12 + 11}{2} = 19$$

$$p - a = 19 - 15 = 4$$

$$p - b = 19 - 12 = 7$$

$$p - c = 19 - 11 = 8 \text{ also}$$

$$I = \sqrt{19 . (4) . (7) . (8)} = \sqrt{19 . 4 . 7 . 8} = 65{,}238 \text{ qm.}$$

e) Vielecke von unregelmäßiger oder regelmäßiger Gestalt lassen sich stets in einfache Figuren (Dreiecke oder Vierecke) zerlegen; die Berechnung des Flächeninhalts derselben ergiebt sich also aus dem Vorhergehenden (s. Geometrische Arbeiten § 2).

§ 25. Aus § 24 folgt, daß Parallelogramme mit gleicher Grundlinie und gleicher Höhe gleichen Flächeninhalt haben; dies ist der Fall bei den Parallelogrammen (Fig. 39 u. 40).

§ 26. Ein Dreieck, das mit einem Parallelogramm gleiche Grundlinie und Höhe hat, enthält den halben Flächeninhalt desselben (Fig. 41 u. 42).

§ 27. Dreiecke von gleicher Grundlinie und Höhe sind einander gleich (Fig. 43 u. 44).

Beispiele:

1) Ein Garten in Form eines Dreiecks (Fig. 45), der nur von der Seite ca aus zugänglich ist, soll in 3 gleiche Theile getheilt werden. Man theile ac in 3 gleiche Theile und verbinde die Theilpuncte d und e mit der Spitze des Dreiecks, so entstehen 3 Dreiecke, welche alle gleiche Grundlinien und gleiche Höhen haben, also nach § 27 einander gleich sind.

2) Ein Stück Land, welches die Form eines solchen Trapezes hat (Fig. 46), dessen Grundlinie doppelt so groß als die Parallele derselben ist, soll in 2 Theile getheilt werden, von denen der eine doppelt so groß als der andere ist.

Man verbinde den Punct e mit der Mitte der Grundlinie ac, so ist das Dreieck dce = der Hälfte des Parallelogramms abcd, weil beide gleiche Grundlinie und gleiche Höhe haben.

§ 28. In jedem rechtwinkligen Dreiecke (Fig. 47) ist das Quadrat über der Hypotenuse gleich der Summe der Quadrate über beiden Catheten. (Pythagoräischer Lehrsatz.)

Also wenn $\angle abc = 90^0 = 1$ R, dann ist $(ab)^2 + (bc)^2 = (ac)^2$ oder

$$ac = \sqrt{(ab)^2 + (bc)^2}$$

Wären also die Längen der beiden Catheten eines Dreiecks bekannt = 3 m und 4 m, so kann man daraus die Länge der Hypotenuse berechnen, denn es ist

$$ac = \sqrt{4^2 + 3^2} = \sqrt{25} = 5$$

Wäre zum Beispiel im § 19 Nr. 1 noch die Frage gestellt, wie lang ist die Mittellinie des Verbindungsgeleises = ei, so würde dies, wie eben gezeigt, berechnet werden können; nämlich

$$ei = \sqrt{(ih)^2 + (eh)^2} = \sqrt{4{,}50^2 + 49{,}50^2}$$
$$= \sqrt{2470{,}50} = 49{,}704 \text{ m.}$$

§ 29. Wenn man in einem rechtwinkligen Dreieck (Fig. 48) aus dem Scheitel des rechten Winkels ein Loth auf die Hypotenuse fällt, so ist das Quadrat des Lothes gleich dem Rechteck aus den beiden Abschnitten der Grundlinie; also $(bd)^2 = ad \cdot dc$.

7. Vom Kreise.

§ 30. Wenn man auf der Mitte zweier Sehnen (§ 10) eines Kreises (Fig. 49) Lothe errichtet, so ist der Durchschnittspunct der Lothe *der Mittelpunct* des Kreises.

§ 31. Verbindet man den Berührungspunct einer Tangente (§ 10) mit dem Mittelpunkt des Kreises (Fig. 50), so steht diese Linie senkrecht auf der Tangente.

§ 32. Ein Winkel dessen Scheitel der Mittelpunct eines Kreises ist, und dessen Schenkel Radien dieses Kreises sind (Fig. 51), heißt Centriwinkel. Ein Winkel, dessen Scheitel in der Kreisperipherie liegt und dessen Schenkel Sehnen dieses Kreises sind (Fig. 52), heißt Peripheriewinkel. Man sagt, der Centriwinkel resp. Peripheriewinkel steht auf dem Bogen ab.

Centriwinkel auf gleichen Bogen (Fig. 51) sind gleich. Ist also Bogen ab = de, dann ist $\angle arb = \angle dre$.

Peripheriewinkel auf gleichen Bogen (Fig. 54) sind gleich; also $\angle adb$ = Bogen $\angle aeb$.

Centriwinkel, die auf denselben Bogen stehen wie Peripheriewinkel, sind doppelt so groß als diese Peripheriewinkel. Also $\angle acb = 2 . \angle afb$. Fig. 53.

Hieraus folgt, daß jeder Peripheriewinkel auf einem Durchmesser $= 90^0 = 1$ R ist, also (Fig. 54) $\angle adb = \angle aeb = \frac{1}{2} \angle acb = 90^0 = 1$ R.

§ 33. Die Größe der Peripherie eines Kreises steht in einem bestimmten Verhältniß zum Durchmesser und zwar erhält man allemal die Länge der Peripherie, wenn man die Länge des Durchmessers mit der Zahl 3,1416 .. multiplicirt; diese Zahl bezeichnet man mit dem griechischen Buchstaben π (sprich Pi), und kann annähernd genau $= 355 : 113 = 3{,}14159 \ldots$ gesetzt werden. Die Zahl ist danach leicht zu behalten, da man nur die Zahlen 1, 1, 3, 3, 5, 5 in obiger Weise zu gruppiren braucht. Für gewöhnliche Fälle genügt es, $\pi = 3{,}14$ zu setzen.

Ist also der Durchmesser eines Kreises = 6 m, so ist die Peripherie des Kreises $= 6 . \pi = 6 . 3{,}1416 .. = 18{,}8496$ m.

§ 34. Der Flächeninhalt eines Kreises ist, wenn man den Radius desselben mit r bezeichnet, stets $= r^2 \pi$.

Ist also der Durchmesser des Kreises = 6 m, so ist der Flächeninhalt $= 3^2 . 13{,}1416 .. = 28{,}2744$ qm.

§ 35. Die Peripherien zweier Kreise verhalten sich wie die Radien.

Die Flächen zweier Kreise verhalten sich wie die Quadrate der Radien.

Beispiele:

1) Ein kreisrunder Wasserstations-Bottich hat einen Durchmesser = 1 m; es soll ein neuer Bottich gebaut werden, dessen Kreisumfang doppelt so groß wie der des alten ist. Wie groß muß der Durchmesser dieses Bottichs sein?

Die Kreisumfänge sollen sich also verhalten wie 1 : 2; folglich müssen auch nach § 35 die Radien sich wie 1 : 2 verhalten, d. h. der Durchmesser des neuen Bottichs ist doppelt so groß = 2 m zu nehmen.

2) Dieselbe Aufgabe, nur mit dem Unterschied, daß die Kreisfläche des neuen Bottichs doppelt so groß wie die des alten Bottichs sein soll.

r sei = Radius des alten Bottichs = 0,50 m
R „ = „ „ neuen „

Die Kreisflächen sollen sich verhalten wie 1 : 2; folglich ist nach § 35

$$1 : 2 = r^2 : R^2 \text{ oder}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{r^2}{R^2} \text{ oder}$$

$$R^2 = 2r^2 \text{ oder}$$

$$R = \sqrt{2 \cdot r^2} = \sqrt{2 \cdot 0{,}5^2} = \sqrt{0{,}50} = 0{,}7071 \text{ m} = R$$

Der Durchmesser des neuen Bottichs ist also = 1,414 m zu machen.

§ 36. Bezeichnet d den Durchmesser eines Kreises, so ist nach § 33 die Länge der Peripherie = $d \cdot \pi$, oder man kann auch sagen die Länge eines Bogens zu einem Centriwinkel von 360° ist gleich $d \cdot \pi$. Hieraus folgt, daß die Länge eines Bogens zu einem Centriwinkel von 1 Grad der 360ste Theil von $d \cdot \pi$ also $= \frac{d \cdot \pi}{360}$ ist, oder allgemein, daß die Länge eines Bogens zu einem Centriwinkel von α Grad $= d \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360}$ ist.

Es sei beispielsweise die Länge des (Fig. 53) skizzirten Bogens ab zu berechnen, wenn der Radius = 0,5 m und der Winkel acb = 30° ist. Nach dem Vorhergehenden ist dann

$$\text{Bogen ab} = \frac{2 \cdot 0{,}5 \cdot 3{,}1416 \cdot 30}{360} = 0{,}2618 \text{ m}$$

Es sei in vorstehendem Falle der $\angle acb = 30^0\,15'\,12''$ gegeben.

Bevor die Bogenlänge berechnet werden kann, müssen die Secunden und Minuten zu Graden gemacht werden. Wie bekannt, erhält man die Anzahl Minuten, wenn man in die Anzahl der Secunden mit 60 hineindividirt, also 60 | 12 | = 0,2. Wir erhalten also jetzt 30^0 15,2′ oder indem wir wieder mit 60 in 15,2 hineindividiren

```
60 | 15,2 | 0,2533..
     120
     ---
      320
      300
      ---
       200
       180
       ---
        200
```

$$ac = \frac{2 \,.\, 0{,}5 \,.\, 3{,}1416 \,.\, 30{,}2533}{360}$$
$$= 0{,}2641 \text{ m}$$

§ 37. Ein Kreisausschnitt ist eine Fläche, welche von 2 Radien und dem zwischenliegenden Bogen begrenzt wird (Fig. 53 abc). Theilt man die Kreisfläche in 360 Kreisausschnitte, so daß jeder Centriwinkel 1^0 beträgt, so ist jeder Kreisausschnitt $= \frac{1}{360}$ der Kreisfläche oder $= r^2 \,.\, \pi \,.\, \frac{1}{360}$; daraus folgt, daß ein Kreisausschnitt, dessen Centriwinkel α^0 beträgt, einen Inhalt $= r^2\, \pi \,.\, \frac{\alpha}{360}$ hat. Ohne Rücksicht auf den Centriwinkel kann man auch den Kreisausschnitt als ein Dreieck ansehen, dessen Höhe der Radius und dessen Grundlinie der Bogen ist; es ist darnach der Inhalt des Kreisausschnittes = Bogen mal Radius dividirt durch 2. Drückt man den Bogen nach § 36 aus, so ist also $I = 2r \,.\, \pi \frac{\alpha}{360} \,.\, \frac{r}{2} = r^2\, \pi \,.\, \frac{\alpha}{360}$ wie vorher. Es sei z. B. r = 6 m und der Bogen = 2 m gemessen, dann ist $I = \frac{2 \,.\, 6}{2} = 6$ qm.

§ 38. Ein Kreisabschnitt wird durch eine Sehne und den zugehörigen Bogen begrenzt (Fig. 55) Tafel II. Der Flächen-

inhalt ist = dem Kreisausschnitt weniger der Fläche des durch die Sehne und die Radien gebildeten Dreiecks. Bezeichnet man die Sehne mit s und die Pfeilhöhe des Abschnitts mit h (Fig. 55), Tafel II, so ist unter der Voraussetzung, daß h im Verhältniß zu s klein ist, annähernd der Inhalt des Abschnitts $I = \frac{2}{3} . s . h$

§ 39. Eine Ringfläche (Fig. 60) Tafel II findet man, indem man die kleinere Kreisfläche von der größeren abzieht.

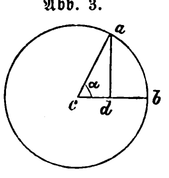
Figuren, deren Begrenzungen aus geraden und gekrümmten Linien zusammengesetzt sind, zerlegt man in solche kleinere Figuren, deren Flächenberechnung sich aus dem Vorhergehenden ergiebt.

c. Über die trigonometrischen Linien.

§ 1. Die Größe eines Winkels wird gemessen durch den Kreisbogen, der mit dem Halbmesser 1 über ihn geschlagen wird. Der ganze Winkel um den Mittelpunct eines Kreises wird in 360 Theile getheilt, die Grade genannt werden. Jeder Grad wird in 60 Minuten und jede Minute in 60 Secunden getheilt.

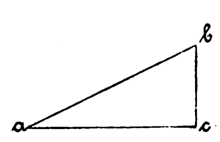
Kreisumfang $= 360^0$ zu je 60′ zu je 60″. Den vierten Theil eines ganzen Winkels um den Mittelpunct nennt man einen Rechten $R = 90^0$, zwei rechte Winkel aneinander gelegt ergeben einen gestreckten $= 180^0$. Da es in vielen Fällen nicht ausführbar ist, den Winkel durch den Kreisbogen ab Abb. 3 zu messen, so wendet man ein anderes Verfahren an, um die Größe des Winkels α zu bestimmen. Man mißt ein rechtwinkliges Dreieck acd aus und berechnet dann aus den Verhältnißzahlen der Seiten die Größe des Winkels.

Abb. 3.



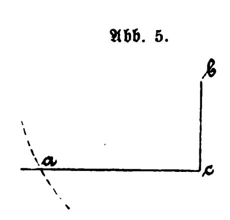
§ 2. Ein rechtwinkliges Dreieck kann man zeichnen, sobald eine Seite desselben und einer der spitzen Winkel bekannt ist; ebenso ist ein rechtwinkliges Dreieck zu zeichnen wenn außer einer ihrer Länge nach bekannten Seite noch das Verhältniß gegeben ist, in welchem beliebige 2 Seiten des Dreieckes zu einander stehen. Ist beispielsweise in

Abb. 4.



einem Dreieck abc, Abb. 4, die Seite bc ihrer Länge nach bekannt und außerdem gesagt, daß die Hypotenuse z. B. doppelt so groß ist, als bc, so trägt man an bc, Abb. 5, bei c den rechten Winkel an, verlängert den Schenkel und schlägt mit $ab = 2.b.c$ im Zirkel um b einen Kreis. Wo derselbe die Senkrechte trifft, ist der 3. Eckpunct a des Dreieckes.

Abb. 5.



Ist außer der Hypotenuse das Verhältniß bekannt, in welchem die beiden Catheten zu einander stehen, so kann man die wirkliche Größe der Catheten berechnen. Im Dreieck abc, Abb. 4, sei die Seite ab der Länge nach bekannt, etwa $= 10$, und ferner gegeben, daß sich $\frac{bc}{ac}$ verhalte, wie $1:3$, so erhält man, wenn zunächst die unbekannte Länge der Seite bc mit x bezeichnet wird, die Seite bc zu 3x. Nach Pythagoras ist aber

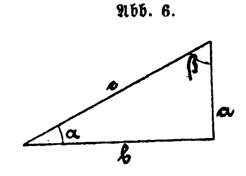
$$ac^2 + bc^2 = ab^2$$

oder die vorstehenden Werthe eingesetzt:

$$(3x)^2 + x^2 = 10^2$$

$$10x^2 = 10^2;\ x^2 = 10;\ x = 3,16\ldots$$

Abb. 6.



§ 3. In dem rechtwinkligen Dreieck, Abb. 6, mögen abc die 3 Seiten desselben bezeichnen und derjenige Winkel, welcher der Seite a gegenüber liegt, α (alpha), derjenige, welcher der Seite b gegenüber liegt, β (beta) benannt werden.

Das Verhältniß der Seiten $\frac{a}{c}$ d. h. der Seite, welche dem Winkel α gegenüber liegt, zu der Hypotenuse nennt man den sinus des Winkels α und schreibt $\frac{a}{c} = \sin\alpha$. Hierbei, wie bei allen folgenden Betrachtungen, wird die Länge der Hypotenuse als stets gleichbleibend und zwar $= 1$ angenommen. Das Verhältniß der anliegenden Seite b zur Hypotenuse c, $\frac{b}{c}$ nennt man *cosinus* des Winkels α und schreibt $\frac{b}{c} = \cos\alpha$ und endlich

wird das Verhältniß der dem Winkel α gegenüberliegenden Seite a zu der anliegenden Seite b, $\frac{a}{b}$ die Tangente des Winkels α genannt und geschrieben $\frac{a}{b} = tg\,\alpha$. Ist der Winkel α klein, Abb. 7, so ist auch das Verhältniß $\frac{a}{c} = \sin \alpha$ klein, und zwar ist $\frac{a}{c}$ um so kleiner, je kleiner der Winkel α ist. Wenn α = Null wird, also die Linien c und b zusammenfallen, so wird auch $a = 0$ und der $\sin \alpha$ ist $= \frac{a}{c} = \frac{0}{c} = 0$. Wird hingegen α größer Abb. 8, so wächst auch a und somit das Verhältniß $\frac{a}{c}$; ist $\alpha = 90^0$, so fällt a mit c zusammen, und ist seiner Länge nach auch = c, das Verhältniß $\frac{a}{c}$ ist dann $= 1$, d. h. der $\sin 90^0 = 1$. Der sinus aller Winkel von 0 bis 90° liegt somit zwischen den Zahlenwerthen 0 und 1. Der sinus des Winkels von 30° berechnet sich beispielsweise wie folgt. Ist abc, Abb. 9, ein gleichseitiges Dreieck, so ist jeder Winkel desselben = 60°, mithin auch Winkel bac = 60°. Halbirt man diesen Winkel durch ad, so ist bd = dc und Winkel adb ist ein rechter. Der Winkel bad ist = 30° geworden. Der sinus dieses Winkels ist $= \frac{bd}{ab} = \sin 30^0$; da nun bd gleich der Hälfte von ab ist, so ergiebt sich $\sin 30^0 = \frac{1/2}{1} = \frac{1}{2}$.

Abb. 7.

c α a b

Abb. 8.

c a α b

Abb. 9.

b β.60 a 30°.α d c

§ 4. Während der sinus eines kleiner werdenden Winkels kleiner wurde, nimmt der cosinus bei kleiner werdendem Winkel zu; wird der Winkel α, Abb. 7, = 0, so fällt b mit c zusammen und b ist eben so groß wie c, d. h. also der cos eines Winkels von 0 Grad ist $= \frac{b}{c} = \frac{1}{1} = 1$. Wird hingegen der Winkel

α größer, so wird die Seite b, Abb. 5, kleiner, ist $\alpha = 90^0$ ge-
worden, so ist $b = 0$ und der cos 90 ist somit $= \frac{0}{c} = 0$.

Betrachtet man wiederum ein Dreieck, wie Abb. 9, in welche
der eine Winkel $bad = \alpha = 30^0$, der andere $abd = \beta = 6$
und $bd = \frac{ab}{2}$ ist, so erhält man

$$\cos \beta = \cos 60^0 = \frac{bd}{ab} = \frac{1}{2}.$$

Der cosinus eines Winkels von 60^0 ist also gleich dem sin
eines Winkels von 30^0.

§ 5. Betrachten wir schließlich noch die Tangenten be-
züglich ihrer Größenverhältnisse bei kleinerem und bei größere
Winkel. Je kleiner der Winkel α wird, desto kleiner wird d
Cathete a, Abb. 7, und desto größer die Seite b, das Verhältni
beider zu einander $\frac{a}{b}$ wird somit kleiner, als bei größere
Winkel. Ist der Winkel $\alpha = 0$, so fällt c mit b zusamme
a ist $= 0$ geworden und $b = c = 1$. Das Verhältniß $\frac{a}{b}$
ist somit $= \frac{0}{1} =$ Null, d. h. die Tangente eines Winkels vo
Null Grad ist = Null. Wird hingegen der Winkel α größe
Abb. 6, so nimmt die Seite a zu, während b kleiner wird, da
Verhältniß $\frac{a}{b}$ wird somit größer. Nimmt man an, daß fü
einen bestimmten Winkel α, Abb. 6, die Seite b nur $^1/_m$tel s
groß sei wie a, also $= {}^1/_m a$ sei, so erhält man $\frac{a}{b} = \operatorname{tg} \alpha =$
$\frac{a}{{}^1/_m a} = {}^1/_m$. Wird nun α noch größer, so wird der Bruch $^1/$
immer kleiner, d. h. die Zahl im Nenner immer größer und i
endlich $\alpha = 90^0$ geworden, so fällt a mit c zusammen und wi
$= c$, während $b = {}^1/_m a$ immer kleiner d. h. m immer größ
geworden ist, und zwar muß bei $b = 0$, der Werth $m =$ u
endlich groß geworden sein. Der Werth der Tangente α ist dan

$$\operatorname{tg} 90^0 = \frac{a}{b} = \frac{a}{{}^1/_m a} = \frac{1}{{}^1/_m} = m$$

d. h. = unendlich groß; man schreibt tg $90^0 = \infty$. Die Tangente eines Winkels zwischen 0 und 90^0 liegt somit zwischen Null und Unendlich.

Bei einem gleichschenkeligen rechtwinkligen Dreieck, Abb. 10, ist der Winkel $\alpha = 45^0$, die Seiten a und b sind einander gleich, es ist daher $\text{tg}\,\alpha = \frac{a}{b} = \frac{1}{1} = 1$.

§ 6. Das Verhältniß der anliegenden Seite b, Abb. 6, zur gegenüberliegenden a nennt man cotangente und schreibt

$$\text{cotg}\,\alpha = \frac{b}{a}$$

Abb. 10.

Dieses Verhältniß ist nun aber $= \text{tg}\,\beta$.

Da nun $\alpha + \beta = 90$, $\beta = (90 - \alpha)$ ist, so ergiebt sich

$$\text{tg}\,\alpha = \text{cotg}\,(90 - \alpha) \text{ und}$$
$$\text{cotg}\,\alpha = \text{tg}\,(90 - \alpha)$$

und ebenso ist

$$\sin\,\alpha = \cos\,(90 - \alpha)$$
$$\cos\,\alpha = \sin\,(90 - \alpha).$$

Man braucht somit nur die Werthe des sinus, cosinus und Tangenten für die Winkel von 0 bis 45^0 zu berechnen, um dieselben für die größeren Winkel ohne Weiteres ermitteln zu können; denn es ist z. B.

$$\sin 10^0 = \cos\,(90 - 10) = \cos 80^0$$
$$\sin 80^0 = \cos\,(90 - 10) = \cos 10^0$$
$$\text{tg}\,20^0 = \text{cotg}\,(90 - 20) = \text{cotg}\,70^0$$
$$\text{tg}\,50^0 = \text{cotg}\,(90 - 50) = \text{cotg}\,40^0.$$

§ 7. Die Werthe der sinus, cosinus und Tangenten hat man nun für alle Winkel von 0^0 bis 45^0 berechnet und zwar nicht allein für die ganzen Grade, sondern auch für die zwischenliegenden Minuten und Secunden. Dieselben sind in Tabellen zusammengestellt und unter den Namen „Tabellen der trigonometrischen Linien“ oder „trigonometrischen Zahlen“ im Buchhandel zu haben. Heusingers Kalender für Eisenbahn-Techniker enthält diese Zahlen gleichfalls für alle Winkel von 10 zu 10 Minuten.

Bei der Berechnung der Weichen der preußischen Staatsbahnen werden eine Anzahl von derartigen Werthen gebraucht und mögen diese *hier gleich nachgefügt* werden:

sin	0° 33′	=	0,009599
sin	5° 42′ 38,13″	=	0,099504
sin	2° 51′ 19,065″	=	0,049813
sin	2° 18′ 19,065″	=	0,040224
sin	2° 4′ 56,63″	=	0,036337
sin	89° 13′ 47,57″	=	0,999910
cos	0° 33′	=	0,999954
cos	5° 42′ 38,13″	=	0,995038
cos	1° 53′ 45,118″	=	0,999452
cos	2° 51′ 19,065″	=	0,998759
cos	2° 18′ 19,065″	=	0,999191
cos	2° 4′ 56,63″	=	0,999340
tg	0° 38′ 9,183″	=	0,011098
tg	2° 51′ 19,07″	=	0,049876
tg	2° 4′ 56,63″	=	0,036361

d. Stereometrie.

1. Erklärung.

§ 1. Stereometrie wird derjenige Theil der Geometrie genannt, der sich mit Berechnung der Körper beschäftigt.

Ein Körper ist ein Theil des Raumes, der allseitig durch Flächen begrenzt ist. Ebenso wie es gerade und krumme Linien giebt, giebt es auch gerade und krumme Flächen. Die Durchschnittslinien dieser Flächen werden die Kanten des Körpers genannt. Die einen Körper einschließenden Flächen können daher ebenfalls sowohl gerade als krumm sein.

Zwei Flächen nennt man parallel, wenn die entsprechenden Puncte derselben alle gleich weit von einander entfernt sind. Schneidet man einen Körper quer durch, so nennt man die neue Fläche, welche den abgeschnittenen Körper begrenzt, den Querschnitt oder das Querprofil des Körpers. Der Querschnitt eines Körpers wird in der Regel rechtwinklig zur Längsrichtung des Körpers genommen.

2. Inhalts-Berechnung verschiedener Körper.

§ 2. Wenn man ein Dreieck, oder Viereck oder überhaupt eine geradlinige Fläche parallel mit sich im Raume bewegt, so nennt man den Raum, welcher so von der Fläche beschrieben wird, ein Prisma. Das Prisma ist also ein Körper, begrenzt

von 2 parallelen geradlinigen Flächen und soviel Parallelogrammen, als die geradlinige Fläche Seiten hat (Fig. 56, 57, 58) Tafel II. Die beiden parallelen Flächen heißen Grundflächen, die übrigen die Seitenflächen, dem entsprechend unterscheidet man Grundkanten und Seitenkanten. Schneidet man von einem vierkantigen Bauholz ein Stück so ab, daß die Schnittflächen parallel sind, so entsteht ein vierseitiges Prisma. Bilden die Grundkanten mit den Seitenkanten rechte Winkel, so heißt das Prisma ein gerades, sonst ein schiefes. Ein Prisma, dessen Grundflächen Parallelogramme sind, heißt Parallelepipedon und zwar ein rechtwinkliges, wenn die Grundflächen rechtwinklig sind. Ein rechtwinkliges Parallelepipedon, dessen Kanten sämmtlich gleich sind, heißt Würfel oder Cubus.

Um den Inhalt der Körper zu berechnen, dient als Maaß ein Cubus, und zwar der Cubikmeter, d. h. ein Cubus, dessen Kanten 1 m lang sind.

Der Körper-Inhalt (I) eines jeden Prisma ist gleich dem Product aus der Grundfläche (F) multiplicirt mit der Höhe des Prisma (h), d. h. mit der senkrechten (s. F. 57) Entfernung der beiden Grundflächen. $I = F \cdot h$.

Beispiele.

1) Ein Stück Bauholz, welches auf beiden Seiten rechtwinklig zur Längsrichtung abgeschnitten ist, sei $\frac{15 \text{ cm}}{17 \text{ cm}}$ stark und habe eine Länge von 4,51 m, dann ist der cubische Inhalt $= 0{,}15 \cdot 0{,}17$ (Grundfläche) $\cdot\, 4{,}51$ (Höhe) $= 0{,}0255 \cdot 4{,}51 =$ 0,115005 cbm.

2) Es ist ein 3eckiger Mauerklotz, dessen Seiten $= 0{,}78$ m lang sind, 4,52 m hoch aufgeführt. Wie groß ist der cubische Inhalt?

Die Grundfläche dieses Mauerklotzes bildet, weil alle Seiten gleich lang sind, ein gleichseitiges Dreieck abc (Fig. 59), dessen Flächeninhalt = halbe Grundlinie mal Höhe (§ 24 der Planimetrie), also $= ad \cdot bd$ ist; bd ist zwar nicht direct gegeben, läßt sich aber berechnen, denn in dem rechtwinkligen Dreieck abd ist Seite ad und auch $dc = \frac{1}{2} ac$ bekannt; folglich ist nach § 28 der Planimetrie $bd^2 + ad^2 = ab^2$ oder $bd = \sqrt{ab^2 - ad^2}$ oder

$$bd = \sqrt{0{,}78^2 - \left(\frac{0{,}78}{2}\right)^2} = \sqrt{0{,}78^2 - 0{,}39^2}$$

$$= \sqrt{0{,}6084 - 0{,}1521} = \sqrt{0{,}4563} = 0{,}6755$$

also die Dreiecksfläche ist gleich

$$\frac{0{,}78}{2} . 0{,}6755 = 0{,}263445$$

also der Körperinhalt ist gleich

0,263445 . 4,52 = 1,1907714 oder rund = 1,1908 cbm.

§ 3. Wenn man einen Kreis parallel mit sich im Raume so bewegt, daß der Mittelpunct eine gerade Linie beschreibt, so nennt man den Raum, welcher von der Kreisfläche beschrieben wird, einen Cylinder. Bewegt man in der angegebenen Weise statt des Kreises irgend eine andere krummlinig begrenzte Fläche, so erhält man einen Cylinder im weiteren Sinne. Der untere und obere Kreis, welche den Cylinder begrenzen, heißt die untere und obere Grundfläche, die krumme Fläche, welche den Cylinder begrenzt, heißt Mantel des Cylinders. Eine Linie, welche die Mittelpuncte der beiden Grundflächen verbindet, heißt Axe, und eine auf dem Mantel gezogene gerade Linie zwischen beiden Grundflächen parallel zur Axe heißt Seite des Cylinders. Steht die Axe senkrecht zur Grundfläche, so heißt der Cylinder gerade, im andern Fall schief.

Der cubische Inhalt eines Cylinders ist ebenso wie bei dem Prisma = dem Product aus einer Grundfläche und der Höhe. I = F . h.

Ueberhaupt alle Körper, welche dadurch beschrieben werden, daß man ihre beliebig gestaltete Grundfläche parallel mit sich im Raume bewegt, haben einen cubischen Inhalt = dem Product aus Grundfläche und Höhe.

Beispiele.

1) Ein cylindrischer Baumstamm der an beiden Enden rechtwinklig zur Axe abgeschnitten ist, hat einen Durchmesser = 0,23 m und eine Länge = 3,45 m, wie groß ist der cubische Inhalt?

Zunächst ist die Kreisfläche zu berechnen nach § 34 der Planimetrie, diese ist $= r^2 . \pi = \left(\frac{0{,}23}{2}\right)^2 . 3{,}1416 =$ $0{,}115^2 . 3{,}1416 = 0{,}013225 . 3{,}1416 = 0{,}04154766$, wofür wir als genügenden Näherungswerth 0,04155 setzen können.

die Grundfläche ist also 0,04155 qm, mithin der cubische Inhalt = 0,04155 . 3,45 = 0,1433475 oder genau genug = 0,1433 cbm.

2) Es soll angegeben werden, wieviel Gußeisen ein gußeisernes Rohr enthält, welches 0,10 m lichten Durchmesser und 0,015 m Wandstärke hat bei einer Länge von 3,5 m (Fig. 60). Denken wir uns zunächst, daß das Rohr ein voller Cylinder ist und berechnen den Inhalt; sodann berechnen wir einen Cylinder mit 0,10 m Durchmesser, d. h. den Luftraum zwischen den Rohrwandungen; ziehen wir nun den cubischen Inhalt des letzten Cylinders vom ersten ab, so erhalten wir als Resultat, wieviel Cubikmeter Gußeisen das Rohr enthält.

Das Rohr als voller Cylinder gedacht hat einen Durchmesser = 0,015 + 0,10 + 0,015 = 0,13 m, also einen Radius = 0,065 m, also Inhalt = $0{,}065^2 . \pi . h$ = 0,004225 . 3,1416 . 3,5 = 0,04646 cbm.

Der Luftraum hat einen Inhalt = $0{,}05^2 . \pi h$ = 0,0025 . 3,1416 . 3,5 = 0,02749 cbm,
also das Rohr enthält an Gußeisen = 0,04646, — 0,02749 = 0,01897 cbm.

3) Ein Granitblock ist nach dem Querschnitt (Fig. 61) behauen, welchen cubischen Inhalt hat derselbe bei 1,5 m Länge?

Die Fläche des Querschnitts multiplicirt mit der Länge des Granitblocks würde den cubischen Inhalt geben. Die Querschnittsfläche läßt sich nun in 2 Theile zerlegen, nämlich in einen Halbkreis mit dem Durchmesser = 0,05 m und ein Parallelogramm mit der Grundlinie = 0,32 m und der Höhe = 0,12 m; berechnen wir die Flächen einzeln und addiren die Resultate, so erhalten wir die gesuchte Querschnittsfläche.

Die Halbkreisfläche ist $= \frac{r^2 . \pi}{2} = \frac{0{,}025^2}{2} . 3{,}1416 =$ $0{,}025^2 . 1{,}5708$ = 0,00098175 qm. Die Fläche des Parallelogramms ist = 0,32 . 0,12 = 0,0384 qm, also beide Flächen zusammen = 0,00098175 + 0,0384 = 0,03938175 qm, also der cubische Inhalt des Blocks = 0,03908175 . 1,5 = 0,059072625 cbm.

4) Es soll der cubische Inhalt einer 5 m langen Eisenbahnschiene berechnet werden, von der die Querschnittsfläche = 42 qcm bekannt ist. Der cubische Inhalt ist gleich der Querschnittsfläche mal der Länge der Schiene. Nun kann man nicht multipliciren

42.5, denn die Zahl 42 giebt qcm an, die Zahl 5 dagegen Meter; man muß vielmehr die Zahlen zunächst auf dieselbe Maaßeinheit bringen. Wir machen also in dem vorliegenden Falle qcm zu qm. Da nun nach I a.2 ein Quadratcentimeter $= \frac{1}{10000} = 0{,}0001$ qm ist, so sind 42 qcm $= 0{,}0042$ qm. Der cubische Inhalt ist also $= 0{,}0042 . 5 = 0{,}021$ cbm

§ 4. Eine Pyramide nennt man einen Körper, dessen Grundfläche irgend eine beliebige geradlinige Fläche ist und dessen Seitenkanten von den Winkelpuncten der Fläche aus in einen einzigen Punct außerhalb der Ebene der Fläche zusammenlaufen. Der Körper wird daher begrenzt durch die Grundfläche und so viele 3eckige Seitenflächen, als die Grundfläche Seiten hat. Der Vereinigungspunct der Seitenkanten heißt Spitze der Pyramide, und das Loth von der Spitze aus auf die Ebene der Grundfläche gefällt: die Höhe.

Je nach der Anzahl der Seitenflächen hat man 3seitige, 4seitige u. s. w. Pyramiden. Hat die Grundfläche gleiche Seiten und gleiche Winkel und sind auch die Seitenkanten gleich lang, so nennt man die Pyramide eine gerade. Schneidet man eine Pyramide parallel zur Grundfläche durch, so heißt der untere Theil abgestumpfte Pyramide, der obere Theil die Ergänzungspyramide. Es kommen vielfach Körper vor, welche als abgestumpfte Pyramiden erscheinen, thatsächlich jedoch keine solchen sind, weil die verlängerten Seitenkanten nicht in einen einzigen Punct zusammenlaufen. Verwendet man bei solchen Körpern die Formeln der abgestumpften Pyramide, so begeht man erhebliche Fehler, und man hat sich daher vor Benutzung der Formel stets erst zu überzeugen, ob sich die Kanten des als abgestumpfte Pyramide erscheinenden Körpers auch wirklich in der Verlängerung in einem Puncte treffen.

Der cubische Inhalt einer Pyramide ist stets der dritte Theil von dem Inhalt eines Prisma von gleicher Grundfläche und Höhe, also gleich dem Product aus Grundfläche und Höhe dividirt durch drei; $I = \frac{F . h}{3}$. Bezeichnet aber h den Abstand der parallelen Endflächen einer abgestumpften Pyramide und f die obere Fläche, so ist der cubische Inhalt

$$I = \frac{h}{3}(F + \sqrt{F . f} + f)$$

Beispiele.

1) Man soll den cubischen Inhalt einer geraden 4seitigen Pyramide (Fig. 62) finden, deren Grundfläche ein Quadrat von 3,15 m Seite und deren Höhe = 3 m ist.

$$F = 3{,}15^2 = 9{,}9225, \text{ also}$$

$$I = \frac{9{,}9225 \cdot 3}{3} = 9{,}9225 \text{ cbm.}$$

2) Bei einer gleichen Pyramide sei gegeben die Seite des Quadrats = 2 m und die Seitenkante = 4 m; wie groß ist der cubische Inhalt? Die Höhe = h ist also nicht gegeben, wir können dieselbe aber aus den gegebenen Stücken berechnen.

In der (Fig. 62) perspectivisch gezeichneten Pyramide sei abcd die quadratische Grundfläche, die in der Zeichnung als schiefe erscheinenden Winkel sind also thatsächlich rechte Winkel und die Seiten sind gleich; fe sei die Höhe, diese steht senkrecht auf der quadratischen Fläche, weil die Pyramide eine gerade ist. Betrachten wir das Dreieck afe; es ist nach dem eben Gesagten rechtwinklig, und zwar ist ae die Hypotenuse, und weil die Pyramide gerade ist, ist $ae = be = ce = de = 4$ m; ferner ist nach § 28 der Planimetrie $ae^2 = af^2 + fe^2$ oder $ae^2 - af^2 = fe^2$ oder $fe = \sqrt{ae^2 - af^2}$; $fe = h$; $ae = 4$ m; wäre nun auch af bekannt, so wäre die Höhe h gefunden; af ist nun $= \frac{1}{2}$ ac und ac ist die Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks abc, also ist $ac = \sqrt{ab^2 + bc^2}$ oder da die Seiten des Quadrats = 2 m gegeben sind, $ac = \sqrt{4 + 4} = \sqrt{8} = 2{,}8284$, also $\frac{1}{2} ac = 1{,}4142 = af$, also wie oben $fe = \sqrt{ae^2 - af^2} = \sqrt{4^2 - 1{,}4142^2} = \sqrt{16 - 2} = \sqrt{14}$, oder nahezu $h = 3{,}7417$.

Nachdem wir h gefunden, ist $I = \frac{F \cdot h}{3} = \frac{2^2 \cdot 3{,}7417}{3} = 4{,}9889$ cbm.

3) Es ist ein Mauerkörper in Form einer abgestumpften geraden 4seitigen Pyramide aufgeführt. Die Grundflächen sind Quadrate von 2 m und 1,5 m Seite, die Höhe der abgestumpften Pyramide ist 6 m; wie groß ist der cubische Inhalt?

Die untere Grundfläche F ist $= 2^2 = 4$; die obere Grundfläche f ist $= 1{,}5^2 = 2{,}25$; h ist gegeben = 6.

Setzen wir die Werthe in die Formel $I = \frac{h}{3} . (F +$ $\sqrt{F . f} + f)$ ein so erhalten wir $I = \frac{6}{3} . (4 + \sqrt{4 . 2,25} + 2,$ $= 2 . (4 + \sqrt{9} + 2,25) = 2 . (4 + 3 + 2,25) = 18,5$ a
$I = 18,5$ cbm.

§ 5. Ein Kegel (Conus) ist ein Körper, dessen Grun fläche ein Kreis ist und dessen krumme Seitenfläche beschrieb wird, wenn man von einem Punct aus außerhalb der Ebe der Grundfläche eine gerade Linie an die Peripherie des Krei legt und diese Linie so auf der Peripherie des Kreises heru bewegt, daß dieselbe stets durch den eben genannten Punct ge Die Bezeichnungen Spitze, Höhe, Axe, gerader Kegel, schie Kegel entsprechen den Bezeichnungen bei der Pyramide. M kann die Kegel auch als Pyramiden ansehen, deren Grundflä eine Figur von unendlich vielen Seiten und gleichen Wink ist. Die Inhaltsberechnung ist daher dieselbe, wie bei der Py mide, nämlich $I = \frac{F . h}{3}$, es wird hier nur F anders berechn weil es eine Kreisfläche ist. Ebenso gilt für einen ab stumpften Kegel dieselbe Formel wie für eine abgestum Pyramide, nämlich $I = \frac{h}{3} . (F + \sqrt{F . f} + f)$

Die Mantelfläche des geraden Kegels kann man als Dreieck ansehen, welches die Länge der Peripherie als Gru fläche und die Länge der Seite des Kegels (= s) (V bindungslinie zwischen Spitze und irgend einem Punct Peripherie) als Höhe hat; ist also M = Mantelfläche, so $M = \frac{2 . r . \pi . s}{2} = r . \pi . s.$

Beispiele.

1) Es soll ein abgestumpfter gerader Kegel aufgeschü werden, dessen untere Grundfläche 6 m Durchmesser und de obere Grundfläche 1 m Durchmesser hat, die Höhe soll 2,5 betragen. Wie viel Boden wird erforderlich (abgesehen v Sackmaaß)?

$$I = \frac{h}{3}(F + \sqrt{F \cdot f} + f$$

$$F = r^2 \pi = 3^2 \cdot 3{,}1416 = 28{,}2744$$

$$f = r^2 \cdot \pi = 0{,}5^2 \cdot 3{,}1416 = 0{,}7854$$

$$\sqrt{F \cdot f} = \sqrt{28{,}2744 \cdot 0{,}7854} = 4{,}7124, \text{ mithin}$$

$$I = \frac{2{,}5}{3}(28{,}2744 + 0{,}7854 + 4{,}7124$$

$$I = \frac{2{,}5}{3} \cdot (33{,}7722) = 28{,}1333.$$

Es werden also erforderlich 28,133 cbm Boden.

2) Es ist in Form eines geraden Kegels ein Blechmantel ausgeführt, dessen unterer Durchmesser 2 m und dessen Seite 2,5 m beträgt. Dieser Mantel ist im Aeußern von einem Maler angestrichen. Wie viel qm kann der Maler in Rechnung stellen?

$M = r \cdot \pi \cdot s$, also

$M = 1 \cdot 3{,}1416 \cdot 2{,}5 = 7{,}854$ qm.

§ 6. Ein Körper, der von einer krummen Fläche so begrenzt wird, daß jeder Punct auf dieser Fläche von einem Punct im Innern gleichen Abstand hat, heißt Kugel. Der Punct im Innern heißt Mittelpunct, und jede Linie, welche 2 Puncte der Kugelfläche so verbindet, daß sie durch den Mittelpunct geht, heißt Durchmesser der Kugel.

Durchschneidet man eine Kugel so, daß der Schnitt durch den Mittelpunct geht, so entstehen 2 Halbkugeln; geht der Schnitt nicht durch den Mittelpunct, so entstehen 2 Kugelabschnitte, deren krumme Begrenzungsfläche Calotte heißt; macht man 2 parallele Schnitte, so entstehen 2 Kugelabschnitte und ein Körper, dessen krumme Begrenzungsfläche Kugelzone heißt.

Die Kreisflächen, welche bei den Kugelschnitten entstehen, heißen Kugelkreise und zwar größte Kugelkreise, wenn der Schnitt durch den Mittelpunct geht. Den Durchmesser einer Kugel kann man auch als ihre Höhe ansehen.

Der Flächeninhalt der krummen Oberfläche einer Kugel, einer Calotte und einer Zone ist stets = dem Product aus dem größten Kugelkreise und der Höhe des Körpers, also:

Oberfläche einer Kugel $= 2 \cdot r \cdot \pi \cdot 2 \cdot r$
„ „ Calotte $= 2 \cdot r \cdot \pi \cdot h$
„ „ Zone $= 2 \cdot r \cdot \pi \cdot h$

Bezeichnet man den Radius der unteren Kreisfläche einer Calotte mit c, so ist die Oberfläche einer Calotte auch $= O = (c^2 + h^2)\pi$.

Die Formel für den Inhalt einer Kugelfläche schreibt man auch $O = 4r^2\pi$.

Den cubischen Inhalt einer Kugel findet man, wenn man die Oberfläche der Kugel mit $\frac{r}{3}$ multiplicirt, also $I = O . \frac{r}{3}$ $= 2 . r . \pi . 2 . r . \frac{r}{3}$ oder $I = \frac{4}{3} r^3 . \pi$.

Bezeichnet man wieder den Radius der unteren Kreisfläche eines Kugelabschnittes mit c, so ist der cubische Inhalt eines Kugelabschnittes =

$$I = \frac{h . \pi}{6} . (3c^2 + h^2).$$

Beispiele.

1) Wie groß ist die Oberfläche einer Kugel von 2 m Durchmesser? $O = 2 . r . \pi . 2 . r = 2 . 1 . 3{,}1416 . 2 . 1 = 12{,}5664$. Also $O = 12{,}5664$ qm.

2) Wie groß ist der cubische Inhalt derselben Kugel?

$$I = O . \frac{r}{3} = 12.5664 . \frac{1}{3} = 4{,}1888 \text{ cbm}.$$

3) Wie groß ist der cubische Inhalt eines Kugelabschnitts, dessen Höhe = 0,5 m ist und dessen untere Kreisfläche einen Durchmesser = 3 m hat?

$$I = \frac{h . \pi}{6} . (3c^2 + h^2) \text{ oder}$$
$$= \frac{0{,}5 . 3{,}1416}{6} . (3 . 1{,}5^2 + 0{,}5^2)$$
$$= 0{,}2618 . (6{,}75 + 0{,}25)$$
$$= 0{,}2618 . 7 = 1{,}8326, \text{ also}$$
$$I = 1{,}8326 \text{ cbm}.$$

4) Wie groß ist die Calotte desselben Abschnitts?

$$O = (c^2 + h^2)\pi = (1{,}5^2 + 0{,}5^2) . 3{,}1416, \text{ also}$$
$$O = 7{,}854 \text{ qm}.$$

§ 7. Berechnung der Gewölbe und Gewölbeflächen läßt sich wie folgt ausführen:

Kappengewölbe. Man berechnet nach § 36 der Planimetrie die Bogenlänge und multiplicirt das Resultat mit der Länge des Gewölbes, so erhält man die Gewölbefläche; diese mit der Gewölbestärke multiplicirt, giebt den cubischen Inhalt des Gewölbes.

Tonnengewölbe werden wie Kappengewölbe berechnet.

Da Kreuzgewölbe aus 4 Theilen von Tonnengewölben mit dreieckigem Grundrisse bestehen, so erhält man die Fläche, wenn man die Länge zweier zusammenstoßender Stirnbögen mit den Abständen dieser Stirnbögen vom Scheitel multiplicirt und die beiden Producte addirt: der cubische Inhalt folgt aus der Multiplication der Oberfläche mit der Wölbstärke.

Kuppelgewölbe. Der Inhalt ergiebt sich aus der Multiplication der Kuppelfläche mit der Wölbestärke.

§ 8. Sollen solche Körper ausgemessen werden, von denen im Vorhergehenden nicht die Rede gewesen, so zerlegt man diese in mehrere Körper von solcher Form, welche sich nach den gegebenen Formeln messen lassen und addirt dann die Inhalte der einzelnen Körper zusammen.

Verschiedene Beispiele.

(S. Tabelle des Eigengewichtes einiger fester Körper auf Seite 5.)

1) Wie schwer ist ein Cubus von Gußeisen, dessen Seite 11 cm lang ist?

Der cubische Inhalt ist $= 0{,}11 \,.\, 0{,}11 \,.\, 0{,}11 = 0{,}001331$ cbm. Ein Cubikmeter Gußeisen wiegt 7200 kg, also wiegt der Cubus $0{,}001331 \,.\, 7200 = 9{,}5832$ kg.

2) Wie schwer ist ein 4kantiger Balken von Fichtenholz bei 5,21 m Länge und $\frac{20 \text{ cm}}{24 \text{ cm}}$ Stärke?

Der cubische Inhalt ist $= 5{,}21 \,.\, 0{,}20 \,.\, 0{,}24 = 0{,}25008$ cbm. Ein cbm Fichtenholz wiegt 470 kg, also der Balken $0{,}25008 \,.\, 470 = 117{,}54$ kg.

3) Wie schwer ist eine konische 3 m lange Welle von Eichenholz, deren oberer Durchmesser 30 cm und deren unterer Durchmesser 36 cm beträgt?

Die Welle ist ein abgestumpfter Kegel, der cubische Inhalt also $= \frac{h}{3}(F + f + \sqrt{F \,.\, f})$; h ist = 3 m

$f = 0{,}15^2 . \pi = 0{,}15^2 . 3{,}1416 = 0{,}07069$ qm
$F = 0{,}18^2 . \pi = 0{,}18^2 . 3{,}1416 = 0{,}10179$ qm
$\sqrt{F . f} = \sqrt{0{,}10179 . 0{,}07069} = 0{,}08489$ qm, mithin der cubische Inhalt $= \frac{3}{3}(0{,}10179 + 0{,}07069 + 0{,}08489) =$ 0,25737 cbm.

1 cbm Eichenholz wiegt 750 kg, also die Welle = 0,25737. 750 = 193,03 kg.

4) Wie schwer ist ein Gefäß von Kupfer, welches in Form einer Halbkugel aus 2 mm starkem Kupferblech gefertigt ist, wenn der Durchmesser 75 cm beträgt?

Die Oberfläche einer Kugel ist $= 4r^2 . \pi$, also die krumme Oberfläche einer Halbkugel $= 2r^2 . \pi$, also die Oberfläche des Gefäßes $= 2 . 0.375^2 . 3{,}1416 = 0{,}88358$ qm.

Die Oberfläche des Gefäßes beträgt also 0,88358 qm, die Stärke des Kupferblechs ist 2 mm oder 0,002 m; der Kupferinhalt des Gefäßes ist also =

$$0{,}88358 . 0{,}002 \text{ cbm} = 0{,}0017672 \text{ cbm}.$$

1 cbm Kupfer wiegt 8900 kg, also das Gefäß = 0,0017672. 8900 = 15,728 kg.

5) Ein halbhochbordiger Eisenbahnwagen soll mit trocknem Kies beladen werden, der Wagen ist 6,434 m lang, 2,564 m breit und hat eine Tragkraft von 200 Centnern. Wie hoch darf der Wagen beladen werden?

1 cbm Kies wiegt 1850 kg. Es ist zunächst zu ermitteln, wieviel Cubikmeter Kies ein Gewicht von 200 Centnern haben. 1850 kg = 37 Centner. Also

$$1 : 37 = x : 200 \text{ oder}$$

$$\frac{1}{37} = \frac{x}{200} \text{ oder } x = \frac{200}{37} = 5{,}405.$$

Der Wagen darf also mit 5,405 cbm Kies beladen werden Bezeichnen wir nun die unbekannte Höhe, in der der Wagen beladen werden darf, mit x, so ist der cubische Inhalt des Kieses auf dem Wagen $= 2{,}564 . 6{,}434 . x$ und dieser soll, wie oben gefunden, = 5,405 cbm sein; wir haben also die Gleichung

$$2{,}564 . 6{,}434 . x = 5{,}405 \text{ oder}$$

$$x = \frac{5{,}405}{2{,}564 . 6434} = 0{,}327 \text{ m},$$

der Wagen darf also nur 32,7 cm hoch beladen werden.

6) Ein kreisrunder Wasserstations-Bottich aus Eisenblech von 3 mm Stärke hat einen lichten Durchmesser von 1 m und eine Höhe von 1,70 m. Wie stark wird die Balkenlage des Wasserstations-Gebäudes belastet, wenn der Bottich ganz mit Wasser angefüllt ist?

Es ist zunächst das Gewicht des Bottichs ohne Wasser zu berechnen.

Die Bodenfläche ist $= r^2 \pi = 0,5^2 . 3,1416 = 0,7854$ qm.

Die Seitenfläche ist $= 2 r \pi . h = 2 . 0,5 . 3,1416 . 1,70 = 5,3407$ qm.

Es ist also im Ganzen $0,7854 + 5,3407 = 6,1261$ qm Eisenblech vorhanden, dasselbe ist 3 mm stark, hat also einen cubischen Inhalt von $6,1261 . 0,003$ cbm $= 0,0184$ cbm.

1 cbm Schmiedeeisen wiegt 7700 kg, also der Bottich $= 0,0184 . 7700 = 141,68$ kg.

Der cubische Inhalt des Wassers beträgt $r^2 \pi . h = 0,7854 . 1,70 = 1,3352$; 1 cbm Wasser wiegt 1000 kg, also das Wasser im Bottich $= 1,3352 . 1000 = 1335,2$ kg.

Die Balkenlage wird also belastet mit $1335,2 + 141,68 = 1476,9$ kg.

7) Wieviel Liter Wasser faßt ein Kessel, dessen oberer Durchmesser 0,90 m, dessen unterer Durchmesser 0,76 m ist, und dessen Boden die Form einer Calotte von 0,05 m Höhe hat? Die ganze Tiefe des Kessels beträgt 0,65 m.

Die Form des Kessels ist eine zusammengesetzte und zwar bildet der Inhalt desselben einen abgestumpften Kegel und einen Kugelabschnitt; man hat also den cubischen Inhalt dieser beiden Körper einzeln zu berechnen und die Resultate zu addiren.

Abgestumpfter Kegel hat einen Inhalt =

$$I = \frac{h}{3} (F + f + \sqrt{F . f})$$

$$h = 0,65 - 0,05 = 0,60 \text{ m, also } \frac{h}{3} = 0,20 \text{ m}$$

$$F = 0,45^2 . 3,1416 = 0,63617 \text{ qm}$$

$$f = 0,38^2 . 3,1416 = 0,45365 \text{ qm}$$

$\sqrt{F . f} = \sqrt{0,63617 . 0,45365} = 0,53721$ qm, mithin $\frac{h}{3} (F + f + \sqrt{F . f}) = 0,20 . 1,62703 = 0,325406 =$ Inhalt des *abgestumpften Kegels.*

Der Inhalt des Kugelabschnittes ist nach § 6 =

$$\frac{h . \pi}{6} . (3c^2 + h^2) = I'.$$

Im vorliegenden Fall ist h = 0,05 m und $c = \frac{0,76}{2}$ = 0,38 m, also

$$I' = \frac{0,05 . 3,1416}{6} (3 . 0,38^2 + 0,05^2) = 0,011407.$$

Also der Inhalt des Kessels = I + I'
= 0,336813 cbm = 336,813 l.

III. Naturwissenschaft.

1. Erklärung.

§ 1. Die Naturwissenschaft handelt von den Naturkörpern und von den Naturgesetzen, denen diese Körper unterworfen sind.

Alles, was Raum einnimmt, ist ein Naturkörper. Auf alle Körper wirken die Kräfte der Natur und kein Körper kann sich der Einwirkung dieser Kräfte entziehen. Will man sich die Kräfte der Natur nutzbar machen, so kommt es einmal darauf an, die Art und Weise kennen zu lernen, wie sich die Kräfte äußern und welche Einwirkung sie auf die Körper haben, andererseits ist nothwendig, daß man die Eigenschaften der Körper kennen lernt.

2. Allgemeine Eigenschaften der Körper.

§ 2. Man theilt die Körper ein in feste, flüssige und luftförmige; diese Zustände, in denen sich die Körper befinden, heißen Aggregatzustände. Es giebt Körper, welche in allen drei Zuständen vorkommen, z. B. Eis, Wasser, Dampf, und doch bleibt der Körper derselbe, er verändert nur seine Gestalt und den Aggregatzustand.

Jeder Körper nimmt einen Raum ein; in dem Raum, welchen ein Körper einnimmt, kann nicht zu gleicher Zeit ein zweiter Körper sein; d. h. die Körper sind undurchdringlich. Es ist ferner jeder Körper theilbar, und zwar läßt sich die Theilung eines Körpers bis ins Unendliche fortsetzen.

Eine fernere Eigenschaft der Körper ist noch die Schwere; diese Eigenschaft beruht auf der Anziehungskraft, welche die Erde

auf die einzelnen Körper ausübt. Die Anziehung zweier verschiedener Körper nennt man Adhäsion, die Anziehung der einzelnen Theile desselben Körpers nennt man Cohäsion. Daß die in der Luft schwebenden Tropfen rund sind, ist eine Folge der Cohäsion. Das Leimen, Löthen, Verzinnen u. s. w. ist nur möglich vermöge der Adhäsion. Die Adhäsion zwischen festen und flüssigen Körpern ist sehr verschieden. Ein mit Fett bestrichener Körper wird vom Wasser nicht benetzt; Glas wird vom Wasser benetzt, aber nicht vom Quecksilber. Hält man eine möglichst enge Glasröhre in Quecksilber, so steht das Quecksilber in der Röhre tiefer als im Gefäß, hält man die Röhre dagegen in Wasser, so steigt das Wasser in der Röhre in die Höhe, und zwar um so höher, je enger die Röhre. Diese Erscheinung nennt man Haarröhrchen-Anziehung oder Capillarität.

Eine Mauer, welche nicht vom Erdboden isolirt ist, wird vermöge der Capillarität feucht; ein Stein wird durch einen trocknen Holzkeil vermöge der Capillarität gesprengt, wenn man das Holz anfeuchtet. Das Aufsteigen des Oels, Petroleums u. s. w. in den Dochten der Lampen beruht auf demselben Gesetze.

3. Von den festen Körpern.

§ 3. Ein ruhender Körper kommt in Bewegung, wenn er in Folge eines äußeren Anstoßes seine Lage im Raum verändert. Bei der Bewegung eines Körpers kommt in Betracht der Weg, die Zeit, die Geschwindigkeit, d. h. der in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg, die Beschleunigung, d. h. die Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit, die Masse des Körpers, die Kraft, welche ihn bewegt, die Kraft, welche dem Körper mitgetheilt wird, und die Richtung der Bewegung. Je größer der Weg in einer bestimmten Zeit, desto größer die Geschwindigkeit; wird also ein Körper in einer Minute einmal 4 m weit und ein zweites Mal 8 m weit bewegt, so ist die Geschwindigkeit desselben im letzten Falle doppelt so groß wie im ersten Falle.

Es verhalten sich die bewegenden Kräfte wie die Producte (s. § 10 der Arithmetik) aus Masse und Beschleunigung. Es erhöhe eine Kraft A die Geschwindigkeit eines Körpers mit einem Gewichte von 4 kg in einer Secunde um 2 m, eine zweite Kraft B die Geschwindigkeit eines zweiten Körpers mit 6 kg Gewicht um 5 m, so verhalten sich die Kräfte $A:B$ wie $4.2:6.5$ oder $A:B = 8:30$.

§ 4. Alle Körper haben das Bestreben in demselben Zustande, d. h. in der Ruhe sowohl wie in der Bewegung zu beharren. Dies sogenannte Beharrungsvermögen, auch Trägheit, nimmt man wahr an sich, wenn man beispielsweise auf einem in Ruhe befindlichen Wagen sitzt, der plötzlich mit einem Rucke angezogen wird; wir fallen dann nach hinten, oder richtiger, unser Körper hat das Bestreben, an der Stelle im Raum zu bleiben, wo er sich befand; sitzen wir auf einem in Bewegung befindlichen Wagen, der plötzlich anhält, so fallen wir nach vorne, oder richtiger, unser Körper hat das Bestreben, in derselben Bewegung zu bleiben, in der er sich befand.

Wird einem in Bewegung befindlichen Körper ein Gegenstand entgegen gehalten, so übt er mit einer gewissen Kraft auf denselben einen Stoß aus; diese dem in Bewegung befindlichen Körper innewohnende Kraft nennt man Bewegungsgröße. Auch die Bewegungsgrößen verhalten sich wie die Producte aus Masse und Geschwindigkeit, also je größer bei einer bestimmten Geschwindigkeit die Masse eines Körpers ist, je größer ist auch die ihm innewohnende Bewegungsgröße. Hierin liegt der Grund, weshalb die Schwungräder bei Maschinen aus schweren Eisenmassen hergestellt werden. Alle Körper, welche in Bewegung sind, haben ferner das Bestreben, die gerade Richtung der Bewegung beizubehalten. Soll ein Körper sich im Kreise bewegen, so muß stets eine Kraft auf ihn wirken, die nicht zuläßt, daß er sich vom Mittelpunct weiter entfernt. Wird ein Körper an einem Faden im Kreise herum geschwenkt, so hat der Körper das Bestreben, in der Richtung einer Tangente (s. § 10 der Planimetrie) an den Kreis sich vom Mittelpuncte zu entfernen, derselbe wird also, wenn der Faden reißt, in der Tangenten-Richtung sich fortbewegen. Dies Bestreben nennt man die Centrifugalkraft. Um dieser Kraft entgegenzuwirken, muß man bei Eisenbahnen die äußeren Schienen der Bögen überhöhen; diese Kraft ist ferner bei der Construction der Centrifugalpumpen zu Grunde gelegt.

§ 5. Wie im § 2 bereits gesagt, ist die Schwere der Körper eine Folge der Anziehungskraft der Erde. Die Richtung der Schwerkraft geht nach dem Mittelpunct der Erde; es sind also eigentlich die durch das Bleiloth angegebenen Richtungen nicht parallel; da der Unterschied indessen an nahe bei einander liegenden Stellen unendlich klein ist, so sieht man dieselben als *parallel an.* Unterstützt man einen Körper so, daß er in Ruhe

, so übt derselbe vermöge der Anziehungskraft der Erde einen ruck auf die Unterlage aus, diesen Druck nennt man das **ewicht** des Körpers. Zieht man die Unterlage unter dem örper fort, so fällt der Körper so lange, bis er einen Wideranb findet. Die Geschwindigkeit, mit der der Körper fällt, ist bhängig von der Schwere desselben und von dem Widerstand er Luft. **Die Gesetze der Fallgeschwindigkeiten**, welche man aufgestellt hat, beziehen sich auf den Fall der Körper im luftleeren Raum; für schwere Gegenstände kann man, wenn es auf große Genauigkeit nicht ankommt, diese Gesetze auch auf die Praxis anwenden, also den Luftwiderstand vernachlässigen.

Bezeichnet man den Raum, welchen ein Körper in der 1ten Secunde durchfällt, mit g, so ist der Raum, welchen er in der 2ten Secunde durchfällt 3g, in der 3ten 5g, in der 4ten 7g u. s. w., d. h. die in den einzelnen Secunden durchfallenen Räume verhalten sich wie die ungeraden Zahlen. Der ganze Weg, welchen ein Körper beim Fallen nach der 2ten Secunde zurückgelegt hat, ist 4g, nach der 3ten Secunde 9g, nach der 4ten 16g u. s. w., d. h. die ganzen durchfallenen Räume verhalten sich wie die Quadratzahlen 1, 4, 9, 16 u. s. w. Der Raum, welchen ein Körper in der 1ten Secunde durchfällt und welchen wir mit g bezeichnet haben, beträgt 4,90 m. Es wird also beispielsweise ein Körper nach 5 Secunden Fall einen Raum $= 5^2 . g = 25 . 4{,}90 = 122{,}5$ m zurückgelegt haben und zwar in der letzten Secunde $9 . g = 9 . 4{,}90 = 44{,}1$ m. Wie lange muß ein Körper fallen, um einen Raum von 78,4 m zurückzulegen? Bezeichnen wir die Secunden-Anzahl mit x, so muß dem Vorhergehenden nach sein $x^2 . g = 78{,}4$ oder $x = \sqrt{\frac{78{,}4}{4{,}90}} = \sqrt{16} = 4$, also 4 Secunden wird der Körper fallen.

Die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers ist dem Vorstehenden nach am Ende der einzelnen Secunden verschieden und zwar nennt man dieselbe eine **gleichförmig beschleunigte**, weil der Zuwachs an Geschwindigkeit in jeder Minute derselbe bleibt.

§ 6. Im Vorhergehenden haben wir angenommen, daß die Körper durch eine einzige Kraft in Bewegung gesetzt seien und haben erfahren, daß sie dann stets in der Richtung dieser bewegenden Kraft bewegt werden. Wirken nun mehrere Kräfte auf einen Körper, *so kann man stets* diese Kräfte durch eine

einzige Kraft, **Mittelkraft**, ersetzen, welche dieselbe Wirkung auf den Körper ausübt. 2 Kräfte, welche genau in derselben oder entgegengesetzten Richtung an einem Punct wirken, kann man ersetzen durch eine einzige Kraft, welche gleich der Summe resp. der Differenz der Kräfte ist. Wirken die Kräfte unter irgend einem Winkel, so wird die Größe und Richtung der Mittelkraft gefunden, wenn man sich beide durch Linien dargestellt denkt, deren Länge der Größe der Kräfte proportional ist, und aus diesen und dem eingeschlossenen Winkel ein Parallelogramm construirt; zieht man in dem Parallelogramm die Diagonale, so giebt diese die Größe und Richtung der Mittelkraft an. Dies ist der Satz vom **Parallelogramm der Kräfte**. Wirken beispielsweise an einem Körper K (Fig. 62a) Tafel II 2 Kräfte unter einem Winkel von 90^0, von denen die eine = 3, die andere = 4 kg sei, so würde man aus 2 Seiten, deren Länge im Verhältniß von 3 : 4 steht, ein Parallelogramm construiren; die darin gezogene Diagonale würde die Richtung der Mittelkraft angeben, deren Winkel mit der einen oder anderen Seite sich mit Hülfe der Trigonometrie leicht berechnen läßt. Die Größe der Mittelkraft würde ebenfalls durch die Größe der Diagonale im Verhältniß zu den Seiten angegeben; diese läßt sich ebenfalls durch Rechnung leicht finden. Im vorliegenden Beispiel ist das Parallelogramm rechtwinklig, in den entstandenen Dreiecken sind die Catheten die gegebenen Kräfte, die Hypotenuse die Mittelkraft, also die letztere $= \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$ kg.

Sind mehr als 2 Kräfte vorhanden, welche an einem Körper angreifen, so kann man stets je 2 Kräfte nach dem eben Gesagten in eine Kraft, und auf diese Weise die sämmtlichen Kräfte in eine Mittelkraft verwandeln. Umgekehrt kann man auch statt einer Kraft mehrere Kräfte angreifen lassen, indem man die eine Kraft nach dem Parallelogramm der Kräfte zerlegt (s. § 2 der Mechanik).

§ 7. Die Kräfte können unmittelbar auf einen Körper einwirken oder auch vermittelst einer Vorrichtung, auf welche die Kräfte wirken und welche mit dem Körper in Verbindung gesetzt wird. Eine solche Vorrichtung heißt **Maschine**; es giebt **einfache** und **zusammengesetzte** Maschinen. Zu den einfachen Maschinen gehören: Hebel, schiefene Ebene, Keil, Schraube, *Rolle, Rad an* der Welle. Bei Anwendung der Maschine gilt

s Hauptgesetz, daß am Wege verloren geht, was an Kraft wonnen wird; wird also eine Last direct gehoben, so erfordert es eine verhältnißmäßig große Kraft, die Kraft legt indessen nen verhältnißmäßig kleinen Weg zurück; wird dieselbe Last it Hülfe einer Maschine gehoben, so kann die anzuwendende kraft bedeutend kleiner sein, dieselbe muß aber einen weit rößeren Weg zurücklegen. Specielleres hierüber in der Mechanik.

Ist ein Körper in Bewegung, so wird er nach § 4 in der Bewegung verharren, wenn nicht äußere Einwirkungen seine Bewegung hindern. Als solche Hindernisse sind vorzugsweise zu nennen die Reibung, der Widerstand der Luft und des Wassers und die Steifheit der Seile.

4. Von den flüssigen Körpern.

§ 8. Die flüssigen Körper unterscheiden sich dadurch von den festen Körpern, daß sie keine bestimmte Gestalt haben. Die Oberfläche derselben wird durch die Anziehungskraft der Erde hergestellt in der Weise, daß jeder Punct der Oberfläche vom Mittelpunct der Erde gleich weit entfernt ist; bei großer Ausdehnung der Oberfläche ist daher diese nach dem Halbmesser der Erde gekrümmt. Kleinere Oberflächen kann man als gerade Ebene ansehen, auf welcher die Richtung der Schwerkraft senkrecht steht. Es bildet also eine kleinere Wasserfläche stets eine Horizontalebene.

Verbindet man 2 Gefäße mit Wasser durch eine Röhre, so stellt sich das Wasser in beiden Gefäßen gleich hoch; eine Linie durch die beiden Wasserspiegel gelegt ist also horizontal; die Größe der Gefäße ist nicht von Einfluß. Dasselbe findet statt, wenn man in eine U-förmig gebogene Röhre Wasser gießt; die Röhren können schief und krumm gebogen sein, das Wasser stellt sich stets in beiden Schenkeln in gleicher Höhe. Es ist dies das Gesetz der communicirenden Röhren; dasselbe findet Anwendung bei der Canal-Wasserwaage, welche beim Nivelliren gebraucht wird. Auf diesem Gesetz beruhen ferner alle Wasserleitungsanlagen. Hat man eine U-förmig gebogene Röhre, deren Schenkel von verschiedener Länge sind, so sucht das Wasser des kürzeren Schenkels so hoch zu steigen, als es in dem längeren Schenkel steht, man erhält daher einen Wasserstrahl, der so hoch springen würde als Wasser im höheren Schenkel steht, wenn er nicht durch den Widerstand der Luft an seiner Höhe verlieren würde. Die Springbrunnen sind weiter nichts als communicirende Röhren, *deren Schenkel verschiedene* Höhe haben, ebenso

wie die artesischen Brunnen von der Natur hergestellte Springbrunnen sind.

§ 9. Die leichte Verschiebbarkeit der einzelnen Wassertheilchen bewirkt, daß ein Druck, welcher auf eine Wasserfläche ausgeübt wird, sich gleichmäßig nach allen Seiten hin verbreitet. Man denke sich 2 durch eine Röhre verbundene Cylinder von verschiedenem Durchmesser, in welchem je ein dicht anschließender Kolben sich auf und nieder bewegen kann; die Cylinder seien mit Wasser so gefüllt, daß die unteren Kolbenflächen den Wasserspiegel berühren, die untere Kolbenfläche des einen Cylinders sei doppelt so groß wie die des andern Cylinders; belastet man den kleineren Kolben mit 10 kg, so wird der größere Kolben mit einer Kraft emporgetrieben, die doppelt so groß ist, d. h. mit 20 kg. Der Grund liegt darin, daß nach dem erst angeführten Gesetz jede Fläche, welche im Cylinder mit der unteren kleinen Kolbenfläche gleich groß ist, denselben Druck erleidet, welchen die Kolbenfläche ausübt, jede größere oder kleinere Fläche erleidet einen nach Verhältniß ihrer Größe größeren oder kleineren Druck; eben solchen Druck erleiden auch die Wände des Gefäßes. Man wird also in dem angeführten Beispiel mit 10 kg 20 kg heben können. Wählt man nun die beiden Kolbendurchmesser möglichst verschieden, so wird man mit geringer Kraft eine bedeutende Wirkung ausüben können.

Hätte die kleinere Kolbenfläche einen Durchmesser = 5 mm, die größere Kolbenfläche einen Durchmesser = 10 cm, so wären die Flächen $= 0{,}0025^2 . \pi$ und $= 0{,}05^2 . \pi$ oder $= 0{,}000019635$ qm und $= 0{,}007854$ qm, d. h. die beiden Flächen verhalten sich wie 1 : 400; würde man nun den kleineren Kolben mit 25 kg belasten, so würde auf den größeren Kolben ein Druck von 25 . 400 = 10000 kg ausgeübt; man würde also hiernach im Stande sein, mit 25 kg 10000 kg zu heben. In Wirklichkeit wird nun allerdings ein solches Resultat in dem vorliegenden Beispiel nicht erreicht werden, weil in Folge der Reibung zwischen Kolben und Cylinder viel Kraft verloren geht; rechnet man indessen, daß $^1/_4$ der Kraft verloren geht, so wird man doch noch immer mit 25 kg in dem vorliegenden Fall 7500 kg heben können.

Die soeben beschriebene Vorrichtung bildet einen wesentlichen Bestandtheil der hydraulischen Presse, welche in der Praxis die mannigfachsten Anwendungen findet.

Es sei noch bemerkt, daß Flüssigkeiten, auch wenn sie einem noch so starken Druck ausgesetzt wären, ihr Volumen nur in einem sehr geringen Maaße vermindern.

5. Von den luftförmigen Körpern.

§ 10. Die luftförmigen Körper unterscheiden sich von flüssigen Körpern wesentlich durch ihre große Elasticität. Es soll im Nachstehenden nur von der atmosphärischen Luft die Rede sein. Der ganze Erdball wird in einer Höhe von ca. 80000 km von Luft umgeben in der Weise, daß die Luftdichtigkeit und somit der Luftdruck mit der Höhe abnimmt. Man ist im Stande, durch Beobachtung des Luftdrucks die Höhenlage der Berge u. s. w. genau zu bestimmen. Die Luft drückt auf alle Puncte der Erde und zwar belastet dieselbe jeden Quadratcentimeter mit 1 kg. Man nennt diesen Druck einen Atmosphärendruck und mißt besonders den Dampfdruck nach dieser Einheit. Würde also in einem Dampfkessel 1 qcm mit 5 kg durch die Dampfspannung gedrückt, so sagt man, der Kessel hat einen Dampfdruck von 5 Atmosphären. Füllt man eine etwa 80 cm lange Glasröhre, welche an einem Ende luftdicht geschlossen ist, mit Quecksilber und taucht dieselbe dann mit dem andern Ende, welches man mit einem Finger schließt, in ein Gefäß mit Quecksilber, so bleibt das Quecksilber, wenn man den Finger entfernt, in der Röhre in einer Höhe von 76 cm stehen. In dem oberen Ende der Röhre entsteht ein luftleerer Raum, das Quecksilber hat mithin von oben keinen Luftdruck, die Luft drückt aber auf das Quecksilber im Gefäß und dieser Druck verursacht, daß das Quecksilber in der Röhre nicht tiefer sinken kann. Wäre die Röhre mit Wasser gefüllt und entsprechend länger, so würde das Wasser in der Röhre 10,336 m hoch durch den Luftdruck erhalten, weil Wasser so viel leichter als Quecksilber ist.

§ 11. Eine förmig gebogene Röhre, deren Schenkel verschieden lang sind, kann man benutzen, um aus einem Gefäß eine Flüssigkeit durch den Luftdruck herauspressen zu lassen. Hält man nämlich die Röhre, welche man Heber nennt, mit dem kurzen Schenkel in ein Gefäß und saugt die Flüssigkeit anfangs durch den langen Schenkel in die Röhre hinein, so wird der ganze Inhalt des Gefäßes vermöge des Luftdrucks durch die Röhre hinausgepreßt; es muß jedoch stets die Oeffnung des äußeren Schenkels *tiefer* liegen als der Spiegel der

Flüssigkeit. Eine fernere Erscheinung des Luftdrucks ist der Stechheber; wenn man eine an beiden Seiten offene Röhre in eine Flüssigkeit taucht und dann das obere Ende mit dem Finger schließt, so bleibt ein großer Theil der Flüssigkeit in der Röhre, wenn man dieselbe aus der Flüssigkeit herauszieht.

§ 12. Die Wirkung der Saugepumpen beruht ebenfalls auf dem Luftdruck. Hat man eine Röhre, in welcher ein dicht anschließender Kolben auf und nieder bewegt werden kann, so kann man, wenn das untere Ende derselben in Wasser getaucht wird, durch ein Aufziehen des Kolbens Wasser in die Röhre hinauf saugen, und zwar wird das Wasser bis zu einer Höhe von 10,336 m aufgesogen werden können, weil, wie vorher erwähnt, der Luftdruck im Stande ist, einer solchen Wassersäule das Gleichgewicht zu halten. Diese Höhe würde erreicht werden, wenn der Kolben luftdicht an die Röhrenwandung anschlösse; da dies nun in der Praxis nicht ausführbar ist, so wird man in Wirklichkeit auch nur eine Wassersäule von etwa 8 m Höhe erreichen, weil sich über dieser Wassersäule kein ganz luftleerer Raum herstellen läßt. Die Länge der Saugrohre bei den Pumpen ist hierdurch begrenzt. Von der Bauart der Pumpen wird in der Mechanik die Rede sein.

§ 13. Im § 10 wurde darauf hingewiesen, daß die Luft sehr elastisch sei; d. h. sie läßt sich stark zusammenpressen, dehnt sich jedoch bei nachlassendem Druck sofort wieder aus. Eine Flasche sei halb mit Wasser gefüllt und durch einen dicht anschließenden Pfropfen verschlossen, durch diesen Pfropfen gehe ein Röhrchen, das nach oben spitz zuläuft und unten bis auf den Boden der Flasche reicht. Bläst man in dies Röhrchen hinein, so verdichtet sich die Luft in der Flasche so, daß dieselbe, wenn das Blasen aufhört, vermöge ihrer Elasticität einen bedeutenden Druck auf das in der Flasche befindliche Wasser ausübt und dasselbe durch die Röhre in feinem Strahl austreibt; der Strahl ist um so höher, je mehr Luft in die Flasche geblasen ist.

Eine ähnliche Vorrichtung, wie die eben beschriebene, befindet sich an den Feuerspritzen, Pumpenanlagen u. s. w. und heißt hier Windkessel. Durch 2 Druckpumpen wird in den Windkessel Wasser hineingedrückt und dadurch die in dem Windkessel befindliche Luft verdichtet und zwar in solchem Maaße, daß der Druck der verdichteten Luft das Wasser mit Heftigkeit durch das Mundstück des angeschraubten Schlauches treibt.

6. Chemische Grundbegriffe.

§ 14. Sämmtliche Körper sind entweder einfache Stoffe d. h. solche, welche sich nicht weiter zerlegen lassen, oder zusammengesetzte Stoffe d. h. solche, welche sich in mehrere einfache Stoffe zerlegen lassen. Einfache Stoffe sind sämmtliche Metalle, ferner Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kiesel, Kohlenstoff, Schwefel u. s. w.; die Zahl derselben ist sehr begrenzt. Stoffe, welche man im gewöhnlichen Leben für einfache hält, sind in Wirklichkeit zusammengesetzte; z. B. Wasser ist eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff. Unter den zusammengesetzten Körpern unterscheidet man solche, welche aus 2 einfachen Stoffen zusammengesetzt sind, die man Verbindung der 1ten Ordnung nennt, und solche, welche aus 2 Verbindungen der 1ten Ordnung zusammengesetzt sind, die man Verbindung der 2ten Ordnung nennt.

§ 15. Unter den zusammengesetzten Körpern der 1ten Ordnung muß man vorzugsweise 2 Arten unterscheiden, die Säuren und die Basen; beide Arten verbinden sich mit einander und geben dann einen Körper 2ter Ordnung, die Salze. Die nicht metallischen einfachen Stoffe sind es vorzugsweise, welche in Verbindung mit Sauerstoff Säuren bilden, z. B. eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff giebt Kohlensäure. Zu den Basen gehören die sogenannten Alkalien (Kali, Natron u. s. w.), dieselben bilden mit Oelen in Wasser lösliche Seifen; ferner gehören dazu die Verbindungen der schweren Metalle mit Sauerstoff, welche man Metalloxyde nennt.

§ 16. Sauerstoff ist ein farbloses Gas, welches im Gemenge mit Stickstoff die atmosphärische Luft bildet. Ohne Sauerstoff ist ein Verbrennen der Körper nicht möglich; je mehr Sauerstoff beim Verbrennen zugeführt wird, desto lebhafter ist die Verbrennung; die Luft enthält ungefähr $^1/_5$ Sauerstoff und $^4/_5$ Stickstoff; brennt daher ein Feuer in einem von der Luft abgeschlossenen Raum, so ist der Sauerstoff in diesem Raum bald verbraucht, und das Feuer erlischt, führt man dagegen einen lebhaften Luftstrom ins Feuer, so ist man im Stande, eine große Hitze zu erzeugen. Die Anwendung des Blasebalgs und der Gebläse überhaupt beruht hierauf; ebenso hat man bei allen Feuerungsanlagen besonders darauf zu sehen, daß ein kräftiger Luftstrom dem Feuer zugeführt wird, man erreicht dies durch entsprechende Bauart der Essen oder Schornsteine. In

reinem Sauerstoffgas ist man im Stande Körper zu verbrennen, welche in der Luft nicht brennen, z. B. Stahl.

Die Verbindungen des Sauerstoffes mit den einfachen Stoffen nennt man Oxyde, resp. Säuren.

Das Anlaufen des Bleies und das Rosten des Eisens besteht in einer Verbindung des Bleies und des Eisens mit Sauerstoff und es entstehen Bleioxyd und Eisenoxyd (Rost). Daß das Eisen im Wasser stärker rostet als in der Luft, liegt darin, weil im Wasser ein größerer Sauerstoffgehalt als in der Luft ist; das Wasser enthält nämlich $^1/_8$ Sauerstoff und $^2/_8$ Wasserstoff. Eine Verbindung der nicht metallischen einfachen Stoffe mit Sauerstoff giebt meistens Säuren; z. B. Kiesel mit Sauerstoff giebt Kieselsäure, Schwefel mit Sauerstoff giebt Schwefelsäure.

§ 17. Kiesel kommt in der Natur nie rein, sondern stets mit Sauerstoff verbunden als Kieselsäure oder Kieselerde vor. Wird ein Gemenge von Thon und Kalk mit Kieselsäure verbunden, so erhält dann der entstehende Cement die Eigenschaft, unter Wasser zu erhärten (s. § 9 der Baumaterialien). Glas ist ebenfalls eine Verbindung der Kieselsäure, nämlich Kieselsäure mit Alkalien (Kali, Natron); man erhält das Glas durch Zusammenschmelzen von Sand, Pottasche und Kalk; die verschiedenen Farben entstehen durch Zusatz von Metalloxyden.

§ 18. Der Kohlenstoff kommt in verschiedenen Aggregatzuständen (s. § 2) vor, rein nur in Diamanten; außerdem kommt er vor in Graphit (Bleifeder), in Holz- und Stein-Kohle, sowie in allen thierischen und Pflanzen-Körpern, welche letztere sämmtlich eine Verbindung des Kohlenstoffs, Sauerstoffs, Wasserstoffs und Stickstoffs sind. Die aus den letztgenannten Körpern hergestellte Kohle besitzt die Eigenschaft, Farbestoffe und faule übelriechende Stoffe aufzusaugen; sie wird daher vielfach angewandt, um sowohl Luft als Wasser zu reinigen; untrinkbares Wasser wird dadurch, daß es durch Kohle filtrirt wird, trinkbar gemacht.

Die Brennkraft unserer Brennmaterialien ist eine Folge des Kohlenstoffs, je mehr Kohlenstoff dieselben enthalten, desto mehr Hitze entwickeln sie. Ebenso ist die Leuchtkraft der Gase, welche eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff sind, nur eine Folge des Kohlenstoffs. Tritt eine unvollkommene Verbrennung ein, so daß nicht alle Kohle verbrennt, z. B. in Folge eines zu geringen Luftzutritts, so werden ganz feine

Kohlentheilchen durch die heiße Luft emporgetrieben; man nennt diese im gewöhnlichen Leben Rauch.

Eine weitere Verbindung geht der Kohlenstoff mit dem Eisen ein, das je nach seinem Kohlenstoff-Gehalt Gußeisen, Stahl oder Schmiedeeisen genannt wird (s. § 12 der Baumaterialien).

7. Von der Wärme.

§ 19. Eine Erklärung der Begriffe Wärme und Kälte ist schwer zu geben, wir erkennen dieselben nur durch ihre Wirkungen; auch durch die Wirkungen werden unsere Sinne verschieden erregt, was einem warm erscheint, erscheint einem anderen vielleicht kalt. Auf sämmtliche Körper wirkt die Wärme in der Weise, daß sie dieselben ausdehnt und zwar um so mehr, je größer die Wärme. Den Grad dieser Ausdehnung hat man benutzt, um einen Maaßstab für die Wärme zu erhalten.

§ 20. Die gewöhnlichen Thermometer, mit denen wir die Wärme messen, enthalten irgend eine Flüssigkeit, welche in Folge der Ausdehnung durch die Wärme in einer Glasröhre steigt oder fällt. Für die Eintheilung der Röhre hat man 2 feste Puncte angenommen, nämlich den Gefrierpunct, auf welchen die Flüssigkeit zeigt, wenn das Thermometer in schmelzendem Schnee steht, und den Siedepunct, welchen die Flüssigkeit anzeigt, wenn das Thermometer in kochendem Wasser steht; den Abstand dieser Puncte hat man in eine bestimmte Anzahl gleicher Theile getheilt und zwar nach Reaumur bei den gewöhnlichen Thermometern in 80 Theile oder Grade; bei den für wissenschaftliche Zwecke gebräuchlichen Thermometern nach Celsius in 100 Grade.

§ 21. Die Wärme pflanzt sich fort durch Leitung, Strömung und Ausstrahlung. Wird ein Körper erwärmt, so vertheilt sich die Wärme allmälig gleichmäßig durch den ganzen Körper, auch pflanzt sie sich in andere Körper fort, welche mit dem erwärmten in unmittelbare Berührung kommen. Das Verhalten der Körper, auf welche die Wärme einwirkt, ist verschieden; es giebt Körper, welche die Wärme rasch in sich aufnehmen, und Körper, welche die Wärme schwer in sich aufnehmen. Die ersteren nennt man gute Wärmeleiter, die letzteren schlechte Wärmeleiter. Gute Wärmeleiter sind alle Metalle, schlechte Wärmeleiter sind Luft, Holz, Federn, Haare, Kohle; zwischen beiden stehen Stein, Ziegel, Thon, Wasser, Glas. Diese Eigenschaft der Körper spielt in der Technik eine

große Rolle. Soll ein Raum hergestellt werden, in dem sich die Wärme lange hält, so umgiebt man ihn mit schlechten Wärmeleitern, man führt also z. B. die Mauern so auf, daß innerhalb derselben ein hohler Raum bleibt, die in diesem Raum enthaltene Schicht bildet dann eine Isolirschicht, durch welche die Wärme schwer dringt; auch füllt man den hohlen Raum mit Asche u. s. w. aus.

Eiskeller werden ebenfalls in dieser Weise hergestellt und dann möglichst dick mit Rohr eingedeckt, die äußere Wärme dringt dann schwer in den inneren Raum durch die aus schlechten Wärmeleitern hergestellten Wände. Das Material, aus welchem wir unsere Oefen construiren, wird je nach dem Zweck des Ofens aus guten oder weniger guten Wärmeleitern gewählt; soll ein Ofen möglichst schnell Hitze abgeben, so nimmt man eiserne Oefen; soll dagegen ein Ofen nachhaltiger und nicht so rasch heizen, so wählt man Kacheln.

§ 22. Bei flüssigen und luftförmigen Körpern, welche von unten erwärmt werden, pflanzt sich die Wärme auch durch Strömung fort. Nach § 19 werden die Körper sämmtlich durch die Wärme ausgedehnt, ein gleicher Raumtheil wird also in Folge der Wärme leichter. Hierdurch entsteht bei flüssigen und luftförmigen Körpern eine Strömung, indem die erwärmten Theilchen nach oben, die kälteren nach unten strömen. Oeffnet man z. B. die Thüre zwischen einer kalten und warmen Stube, so fließt die kalte Luft ähnlich wie Wasser in die warme Stube durch die untere Thüröffnung und lagert sich über dem Fußboden, während die warme Luft durch die obere Thüröffnung in die kalte Stube strömt und sich hier an der Decke lagert. Auf der Strömung der flüssigen und luftförmigen Körper beruhen die Anordnungen der Wasser- und Luftheizungen. Man denke sich in einem Heizraum ein mehrfach gewundenes Rohr; von dem oberen Ende desselben geht eine Rohrleitung ab, welche durch die höher gelegenen Räume, die erwärmt werden sollen, geführt wird; aus diesen Räumen führt die Rohrleitung nach unten zurück und wird verbunden mit dem unteren Ende der in dem Heizraum befindlichen Rohrschlange. Ist nun die ganze Rohrleitung mit Wasser gefüllt, und wird die Rohrschlange im Heizraum erwärmt, so steigt das erwärmte Wasser nach oben durch das Steigerohr, während das kältere Wasser durch das Rücklaufrohr in die Rohrschlange fließt, hier erwärmt wird und dann ebenfalls nach oben strömt; das Wasser bewegt sich

uf diese Weise fortwährend kreisförmig in der Rohrleitung. Die Räume werden so durch die ausstrahlende Wärme der Rohrleitung erwärmt. — Der Grundgedanke der Luftheizung ist folgender. In einer Heizkammer wird die Luft erwärmt und eigt dann durch gemauerte Canäle innerhalb der Wände un- ittelbar in die zu erwärmenden Räume.

§ 23. Eine Folge der Strömung ist auch der Zug in n Feuerungsanlagen und Schornsteinen. Dadurch, daß die ift innerhalb der Feuerungsanlagen und Schornsteine wärmer die äußere Luft ist, steigt dieselbe nach oben und es entsteht Zug. Der Zug ist um so stärker, je größer die Tempe- urdifferenz und je höher die Schornsteine.

§ 24. Die Wärme pflanzt sich von einem Körper zum ern fort, auch wenn dieselben sich nicht berühren und r in Folge der Ausstrahlung. Alle Körper strahlen rme aus und zwar um so mehr, je größer die Temperatur elben ist. Auch die Beschaffenheit der Oberfläche ist von fluß auf die Ausstrahlung, polirte Metalle strahlen am ächsten aus, Kienruß am stärksten. Die strahlende Wärme d theilweise von den getroffenen Körpern zurückgeworfen, lweise verschluckt.

§ 25. Es ist bereits im § 19 gesagt, daß die Wärme mtliche Körper ausdehnt und zwar ist die Ausdehnung so größer, je größer die Temperatur. Beim Verlegen von nbahnschienen muß mau z. B. besondere Rücksicht darauf nen, daß zwischen 2 Schienen der zum Ausdehnen derselben ige Spielraum bleibt; je nach der äußeren Lufttemperatur man diesen Spielraum größer oder kleiner machen. Ebenso bei sämmtlichen Bauwerken aus Eisen darauf Bedacht mmen werden, daß das Eisen sich ohne nachtheilige gen ausdehnen kann. — Während alle Körper beim Erkalten zusammenziehen, macht das Wasser einige Grade vor dem rierpunct eine Ausnahme; dasselbe dehnt sich nämlich aus. raus erklärt sich das Zerfrieren einzelner Baumaterialien das Auffrieren des Bodens, sobald Wasser sich darin befindet, Springen der Wasserleitungsröhren durch den Frost u. s. w.; Wasser dehnt sich nämlich beim Gefrieren aus und sprengt n die Hülle, von welcher es umgeben wird.

§ 26. Eine weitere Wirkung der Wärme auf die Körper die Veränderung des Aggregatzustandes (s. § 2). Wird einem ten Körper eine entsprechende Wärme zugesetzt, so verwandelt

er sich in einen flüssigen Körper; der flüssige Körper ist also zusammengesetzt aus dem festen Körper und einer Menge Wärme; wird einem flüssigen Körper eine entsprechende Wärme zugesetzt, so verwandelt sich derselbe in einen luftförmigen Körper; der luftförmige Körper ist also zusammengesetzt aus dem flüssigen Körper und einer Menge Wärme. Diese Wärme, welche in den flüssigen und luftförmigen Körpern enthalten ist, nennt man gebundene Wärme; geht ein luftförmiger Körper wieder in den flüssigen Zustand über, oder ein flüssiger Körper in den festen Zustand, so muß er die gebundene Wärme wieder abgeben; man sagt dann: die Wärme wird wieder frei. Verwandelt sich z. B. Wasser in Eis, so wird die Wärme frei, welche nöthig war, um den Körper flüssig zu erhalten. Wird gebrannter Kalk mit Wasser gelöscht, so tritt eine starke Erhitzung des Wassers ein; dieselbe läßt sich dadurch erklären, daß der Kalk mit einem Theil des Wassers eine feste Verbindung eingeht; dies kann nur geschehen, wenn dieser Theil des Wassers die Wärme abgiebt, welche zu seinem flüssigen Zustand erforderlich war; diese frei werdende Wärme erhitzt nun das übrig bleibende Wasser.

§ 27. Geht das Wasser in den luftförmigen Zustand über, so entsteht Dampf; entzieht man dem Dampf eine entsprechende Wärme oder übt man einen starken Druck auf denselben aus, so verdichtet man ihn zu Wasser, d. h. man condensirt ihn. Auch Gase lassen sich condensiren, doch muß die Wärmeentziehung oder der Druck sehr groß sein. Der Dampf ist sehr elastisch und übt, wenn derselbe in einem eingeschlossenen Raume stark erzeugt wird, einen großen Druck durch seine Spannung aus. Die Spannung des Dampfes benutzt man als bewegende Kraft bei den Dampfmaschinen; eine nähere Beschreibung derselben überschreitet die Grenzen dieses Buches.

IV. Mechanik.

1. Einleitung.

§ 1. Unter Mechanik versteht man die Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung materieller Körper. Ein Körper kann nur dadurch in Bewegung kommen, daß eine *Kraft auf ihn* wirkt; wirken mehrere Kräfte auf einen Körper,

so kann nur zweierlei eintreten, nämlich erstens der Fall, daß man statt der auf den Körper wirkenden Kräfte eine einzige Kraft setzen kann, welche dieselbe Wirkung hervorbringt, welche also den Körper in derselben Zeit eine gleiche Strecke nach derselben Richtung hin bewegt, oder zweitens der Fall, daß die auf den Körper wirkenden Kräfte sich gegenseitig aufheben, der Körper also in Ruhe bleibt. Eine Kraft, welcher jeder Körper zu jeder Zeit unterworfen ist, ist die Schwerkraft (s. § 5 der Naturwissenschaft), wenn also ein Körper in Ruhe ist, so muß stets eine zweite Kraft existiren, welche der Schwerkraft entgegenwirkt und dieselbe aufhebt. Ist z. B. eine Kugel auf einem Tische in Ruhe, so drückt die Kugel mit ihrer Schwerkraft auf den Tisch, die Kraft, welche diesem Druck entgegenwirkt, nennt man Gegendruck. Druck und Gegendruck sind einander stets gleich. Wenn ein Körper in Ruhe ist, so sagt man, der Körper und die auf ihn wirkenden Kräfte befinden sich im Gleichgewicht.

2. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte.

§ 2. Im § 6 der Naturwissenschaft ist bereits der Satz vom Parallelogramm der Kräfte mitgetheilt. Es wurde dort gesagt, daß man eine einzelne Kraft nach dem Parallelogramm der Kräfte zerlegen könne. In welcher Weise dies geschieht, möge nachstehendes Beispiel lehren. Ein Körper A (Fig. 63) Tafel II werde durch eine in der Richtung AB wirkende Kraft auf einer ebenen Fläche gezogen, die Größe dieser Kraft sei = 15 kg und werde durch die Länge der Linie AB dargestellt; es soll berechnet werden, mit welcher Kraft der Körper nach der Richtung AD gezogen wird. Man zeichne ein Rechteck, in welchem AB die Diagonale ist und dessen eine Seite in der Richtung AD liegt, dann wird die Länge AD im Verhältniß zu AB die gesuchte Kraft angeben, da die Kraft AB in die beiden Kräfte AD und AC zerlegt ist. Durch Messung habe man gefunden, daß die Längen BD und AB sich wie 1 : 2 verhalten, d. h. es ist $BD = \frac{AB}{2} = 7{,}5$. Nach II b § 28 ist $AB^2 = AD^2 + BD^2$, also $AD = \sqrt{AB^2 - BD^2} = \sqrt{15^2 - 7{,}5^2} = 13$ (annähernd). Hätte die Kraft in der Richtung AD auf den Körper gewirkt, so wäre der Körper selbstverständlich mit einer Kraft *von 15 kg nach dieser Richtung* gezogen; dadurch nun,

daß die Kraft in der Richtung AB wirkt, gehen für den beabsichtigten Zweck 2 kg verloren. Wäre der Winkel BAD noch größer gewählt, so hätte man noch mehr Kraft verloren.

§ 3. Wirkt eine Kraft auf eine Fläche, ganz gleich in welcher Richtung, so kann die Kraft nur einen Druck, dessen Richtung senkrecht auf die Fläche gerichtet ist, hervorbringen. Auf einer schräg gestellten Platte MP (Fig. 64), deren Neigung (Verhältniß der Höhe zur Länge) gleich $\frac{1}{3}$ ist, liege ein Körper A, welcher 50 kg schwer ist, wie stark ist der Druck, den dieser Körper auf der Platte hervorbringt? Der Anfänger wird jedenfalls sagen, der Druck ist ebenfalls 50 kg; dies ist aber nach dem eben aufgestellten Satz nicht richtig, denn der Druck wirkt nur rechtwinklig zur Fläche. Die Schwerkraft des Körpers wirkt senkrecht, also nach der Richtung AB mit 50 kg, der Druck wirkt rechtwinklig zur Fläche, also in der Richtung AC, es kommt also darauf an, die Kraft AB = 50 kg in 2 Kräfte zu zerlegen, von denen die eine in der Richtung AC wirkt; dies geschieht, indem man ein Parallelogramm (Rechteck) zeichnet in welchem die Länge AB 50 kg vorstellt und die Diagonale ist, sowie AC die Richtung der einen Seite angiebt; die Länge AC giebt dann unmittelbar die Größe des gesuchten Druckes an, während CB = AD die Größe der Kraft angiebt, welche bestrebt ist, den Körper von der Platte herunterzuziehen.

Nach IIb § 19 sind die Dreiecke MNS und ACB Fig. 74 ähnlich, da deren gleichliegende Winkel gleich groß sind, es stehen also die gleichliegenden Seiten im gleichen Verhältniß; folglich ist NS : MN = 1 : 3 = CB : AB oder da CB = AD und AB = 50 ist, 1 : 3 = AD : 50 also AD = $\frac{50}{3}$ = 16,66 kg. Mit Hülfe des Pythagoräischen Lehrsatzes findet man dann AC = $\sqrt{AB^2 - BC^2} = \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{50^2 - 16{,}66^2} = 47{,}1$ kg.

§ 4. Wirken 2 Kräfte an verschiedenen Puncten eines Körpers in derselben Richtung, so kann man dieselben auch durch eine einzige Kraft gleich der Summe der beiden Kräfte ersetzen; sind die Kräfte gleich, so liegt der Angriffspunct der Mittelkraft in der Mitte zwischen den Angriffspuncten der beiden Kräfte; sind die Kräfte ungleich, so liegt der Angriffspunct der Mittelkraft stets so, daß die Entfernungen zwischen dem-

selben und den Angriffspuncten der beiden Kräfte sich umgekehrt wie die Kräfte verhalten. Sollen also die Kräfte A und B (Fig 65), welche an den Puncten a und b eines Körpers wirken, durch eine Mittelkraft = C ersetzt werden, so muß sein:

1) $A + B = C$
2) $A : B = cb : ac$ oder
$A . ac = B . bc.$

Wäre also $A = 5$ kg; $B = 11$ kg; $ab = 21$ m, so könnte man statt A und B eine einzige Kraft $C = A + B = 5 + 11 = 16$ kg setzen; der Angriffspunct würde durch die Gleichung gefunden $5 . ac = 12 . cb$ oder da ab bekannt,

$5 . (ab - cb) = 11 . cb$ oder
$5 . ab - 5 . cb = 11 . cb$ oder
$5 . ab = 16$ cb oder
$\frac{5}{16} ab = cb$ oder $\frac{5}{16} . 21 = cb$, also
$cb = 6{,}562$ m mithin $ac = 14{,}438$ m.

3. Wirkungen verschiedener Kräfte.

§ 5. Die Größe der Kräfte wird, wie im Vorhergehenden schon geschehen, durch Gewichte gemessen und als Einheit das Kilogramm angenommen. Bildlich stellt man die Größe einer Kraft durch Linien dar, in der Weise, daß eine in jedem einzelnen Fall angenommene Länge 1 kg bedeutet.

Die **Wirkung**, welche eine Kraft hervorbringt, besteht in der Bewegung einer Masse, indem die Kraft auf einer bestimmten Strecke den der Bewegung entgegenstehenden Widerstand beseitigt. Die **Größe einer Kraftwirkung** oder **die Arbeit einer Kraft** stellt man dar durch das Product aus der Größe der Kraft und der Länge des Weges, und als Maaß für die Kraftwirkung nimmt man die Wirkung an, welche 1 kg eine Strecke von 1 m hoch bewegt; man nennt diese Maaßeinheit **Kilogramm-Meter** und kürzt dies ab in kgm; also 5 kgm = 5 Kilogramm-Meter. Wird z. B. ein Gewicht von 40 kg an einer Schnur, die über eine Rolle geht, durch eine Kraft 5 m gehoben, so verrichtet diese Kraft eine Arbeit von $5 . 40 = 200$ kgm.

Vergleicht man die Arbeit zweier Kräfte, so muß noch auf die Dauer der *Kraftwirkung* *Rücksicht* genommen werden, man

nimmt dann gewöhnlich die Dauer der Kraftwirkung gleich einer Secunde an. Die Arbeit zweier Kräfte sei 10 kgm und 40 kgm, so heißt dies, die erste Kraft ist im Stande in einer Secunde ein Gewicht von 5 kg 2 m hoch zu heben oder von 10 kg 1 m hoch, die 2te Kraft ist im Stande, in einer Secunde ein Gewicht von 10 kg 4 m hoch oder von 5 kg 8 m hoch zu heben. Bei größeren Arbeiten nimmt man als Maaßeinheit die Pferdekraft an, d. h. eine Kraft, welche im Stande ist, in einer Secunde 75 kg 1 m hoch zu heben. Sagt man z. B., diese Dampfmaschine hat 4 Pferdekräfte, so heißt dies, die Dampfmaschine ist im Stande 4 . 75 = 300 kg in einer Secunde 1 m hoch zu heben.

4. Festigkeit der Materialien.

§ 6. Wir haben bisher vorzugsweise die Kräfte betrachtet und dieselben auf die Körper wirken lassen unter der Voraussetzung, daß die Kräfte durch ihre Wirkung auf den Körper eine Trennung der einzelnen Theile des Körpers nicht herbeiführen würden. Ist die Festigkeit der Körper im Verhältniß zu der darauf wirkenden Kraft zu klein, so können die Körper nach verschiedenen Richtungen zerstört werden. Um nun berechnen zu können, eine wie große Kraft auf einen Körper wirken kann, ohne denselben zu zerstören, muß man zunächst untersuchen, in welcher Weise die Kräfte auf den Körper wirken. Die Kräfte können nämlich wirken durch Zug, Druck, Biegung, Drehung und Abscheeren. Es sollen nur die 3 ersten Arten der Kraftwirkungen näher betrachtet werden. Der Art der Kraftwirkung entsprechend ist die Festigkeit der Körper oder Materialien verschieden groß. Man nennt

Festigkeit gegen Zug . . . . = absolute F.
„ „ Druck . . . = rückwirkende F.
„ „ Biegung . . = relative F.

Durch Versuche ist ermittelt, wie sehr man bei den verschiedenen Materialien jedes Quadratcentimeter des Querschnitts in Anspruch nehmen kann, ohne die Körper zu zerstören.

§ 7. Absolute Festigkeit und rückwirkende Festigkeit.

Wird mit K_1 die Zahl der Kilogramme bezeichnet, welche jedes Quadratcentimeter des Querschnitts eines Körpers mit Sicherheit tragen kann, womit also der Querschnitt belastet werden darf, so findet man den Querschnitt eines Körpers, der

P kg tragen kann oder mit P kg belastet werden kann, wenn man P durch K_1 dividirt. Also

$$\frac{P}{K_1} = \text{gesuchter Querschnitt.}$$

In nachstehender Tabelle sind für einige Materialien die Zahl der Kilogramme angegeben, denen jedes Quadratcentimeter des Querschnitts dieser Materialien auf Zug und Druck sicher widersteht.

Bezeichnung des Materials	Zulässige Kilogramme auf Quadratcentimeter auf Zug	Druck
Schmiedeeisen	750	750
Eisendraht	1200	—
Gußeisen	250	500
Gewöhnlicher Stahl	1500	1500
Gußstahl	2500	2500
Hartes Holz in der Faserrichtung	90—120	65—90
Weiches Holz in der Faserrichtung	60—90	50—65
Basalt	—	60—80
Granit . . . . , ...	5—6	50—70
Sandstein	2—3	25—35
Kalkstein	3	25—35
Ziegel, gute	1—2	10—15
„ gewöhnliche	—	6—10
Cement	2	20—30
Cementmörtel. 1 Cent. 4 Theile Sand	1	11
Kalkmörtel	—	7
Beton	1,8	9
Die Belastung eines guten Baugrundes nimmt man nicht höher an als	—	2

Beispiele:

1) An eine Stange von Eichenholz sollen 9000 kg gehängt werden, wie groß muß die Seite des quadratischen Querschnitts gewählt werden?

$\frac{P}{K_1} = \frac{9000}{120}$, weil K_1 für den Zug beim Eichenholz nach

vorstehender Tabelle höchstens = 120 ist. $\frac{9000}{120} = 75$ qcm, also die Seite $= \sqrt{75} = 8{,}66$ cm oder 0,0866 m, also ungefähr 8,5 cm.

2) Ein kurzer Pfahl von Nadelholz soll mit 9000 kg belastet werden, wie groß muß der Durchmesser des runden Querschnittes gewählt werden?

Der Pfahl soll auf Druck in Anspruch genommen werden, nach der Tabelle ist K_1 für Druck beim Nadelholz = im Durchschnitt 60 kg, also $\frac{P}{K_1} = \frac{9000}{60} = 150$ qcm.

Die Kreisfläche ist $= r^2 \pi$, also $r^2 \pi = 150$ oder $r^2 = \frac{150}{3{,}1416}$ oder $r = \sqrt{\frac{150}{3{,}1416}} = 6{,}9099$, also der Durchmesser $= 2 \cdot 6{,}9099 = 13{,}82$ cm, oder 0,1382 m.

3) Es sollen 300 kg an einem Eisendraht aufgehängt werden, wie groß ist der Durchmesser desselben zu wählen?

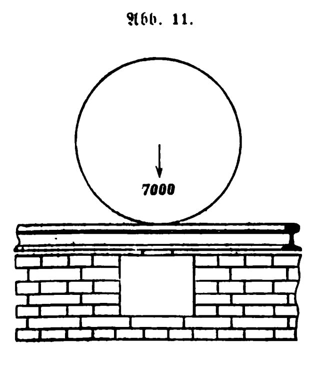
$$\frac{P}{K_1} = \frac{300}{1200} = 0{,}25 \text{ qcm}$$

$$r^2 . \pi = 0{,}25 \text{ oder } r = \sqrt{\frac{0{,}25}{3{,}1416}}$$

= 0,2821, also der Durchmesser = 0,5642 cm, oder 0,005642 m, also ungefähr = 5,5 mm.

4) Es soll berechnet werden, welche Tragfläche einem Auflagequader einer Löschgrube zu geben ist, wenn die Mauer aus gewöhnlichen Ziegeln in Kalkmörtel hergestellt und die Unterlagsplatte, auf der die Schiene ruht, auf dem aus Sandstein bestehenden Quader gelagert ist. Der Raddruck der Locomotive werde zu 7000 kg angenommen. Nach der Tabelle kann der Sandstein durchschnittlich 30 kg auf den □ cm tragen. Zur Aufnahme einer Last von 7000 kg sind somit nöthig $\frac{7000}{30} = 233$ □cm; d. h. also die Unterlagsplatte zwischen

Abb. 11.



ene und Stein muß mindestens diese Größe haben, also quadratischer Form 16 cm breit und 16 cm lang sein. . unter dem Quader befindliche Ziegelmauerwerk kann nach Tabelle nur eine Last von 7 kg auf den Quadratcentimeter nehmen. Zum Tragen der Last von 7000 kg sind somit $\frac{00}{7} = 1000$ ☐cm erforderlich, d. h. der Werkstein muß nigstens diese Auflagerfläche haben, also bei quadratischem ıerschnitt mindestens eine Seitenlänge von $\sqrt{1000} = 32$ cm ben. Denkt man sich, der Quader ruhe auf einem Pfeiler und ser sei auf einem guten Baugrunde, r auf den ☐cm 2 kg tragen darf, gründet. Wie viel Querschnitten müßte r Pfeiler im Fundament haben?

$\frac{000 \text{ kg}}{2 \text{ kg}} = 3500$ ☐cm $= F$ und bei uadratischem Querschnitt $\sqrt{3500} =$ 9,1 cm.

Abb. 12.

16

32

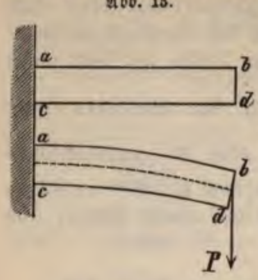
59,1

Es sind dieses die geringst zu- ässigen Maaße. In der Praxis immt man dieselben mit Rücksicht auf ie Stöße und sonst unvorhergesehenen älle größer.

§ 8. Relative oder Biegungsfestigkeit. Die Biegungsfestigkeit eines Balkens richtet sich danach, wie er gelagert und nterstützt ist, d. h. sie ist abhängig vom Querschnitt des Balkens, wie davon, wie weit er frei zu tragen hat. Nachstehend sollen Fälle betrachtet werden, nämlich erstens der Fall, in welchem r Träger oder Balken an einem Ende befestigt (eingemauert) und mit dem andern Ende frei in der Luft schwebt und eitens der Fall, in welchem der Träger auf zwei Stützen frei fliegt. Wenn der Balken mit seinen Enden nicht frei aufliegt, ndern dieselben eingeklemmt oder eingemauert sind, so wird ch der Theorie seine Tragkraft doppelt so groß, doch kann an in der Praxis eine so feste Einklemmung, wie sie die heorie annimmt, nicht erreichen und soll daher dieselbe nicht ft in Rechnung gezogen werden. Das Eigengewicht der Träger öge bei der Rechnung unberücksichtigt bleiben, auch mögen nur räger von rechteckigem oder rundem Querschnitt betrachtet erden.

Wenn ein einseitig eingemauerter Balken belastet und dadurch gebogen wird, so werden die oberen Theile ab, Abb. 13, gezogen und verlängert, hingegen die unteren Theile cd gedrückt und verkürzt, wie man es genau beobachten kann, wenn man ein Stück Löschgummi biegt. Zwischen den beiden äußeren Faserschichten ab und cd befindet sich eine Schicht, die weder gezogen noch gedrückt wird, die also in der Länge unverändert bleibt. Diese Schicht nennt man die neutrale Faser.

Abb. 13.



Bei der Berechnung der Balken kommt es nun darauf an, daß die Spannung in den äußersten Faserschichten nicht größer wird, als es das Material, aus dem der Balken besteht, vertragen kann, d. h. daß also bei weichem Holz der Zug in der oberen Faserschicht und der Druck in der unteren Faserschicht nicht größer wird, als es in der Tabelle im § 7 angegeben ist. Ersterer darf also nicht größer als 90 kg und letzterer nicht größer als 65 kg auf den Quadratcentimeter werden. Diese größte zuläßige Spannung der äußeren Faser soll in der folgenden Rechnung mit S bezeichnet werden. Die Tragfähigkeit des Balkens hängt ferner ab von einer Zahlengröße, die man das Widerstandsmoment nennt und mit W bezeichnet. Die Größe dieses Widerstandsmomentes hängt ab von dem Querschnitt des betreffenden Balkens. Bei einem Balken mit rechteckigem Querschnitt ist dasselbe $= \frac{bh^2}{6}$ worin b die Breite und h die Höhe des Balkens bedeutet. Man ersieht daraus, daß das Widerstandsmoment in gleichem Verhältnis zur Breite, aber im quadratischen Verhältniß zur Höhe wächst. Ein Balken auf hohe Kante gestellt, trägt also bedeutend mehr als wenn er flach liegt.

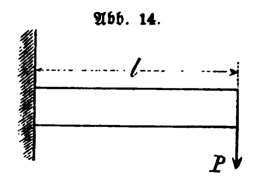
Bei einem Träger mit kreisförmigem Querschnitt ist das Widerstandsmoment $W. = \frac{d^3\pi}{32}$ oder annähernd $= \frac{d^3}{10}$.

Gehen wir jetzt zur Berechnung der Träger selbst über.

a. Ein Balken ist einseitig eingemauert, und steht auf eine Länge l frei über Abb. 14. An seinem freien Ende hängt ein Gewicht P. Man nennt nun das Product aus Kraft mal

Hebelarm Pl das Biegungsmoment und bezeichnet es mit M. Dieses Biegungsmoment ist nach den Lehren der Mechanik gleich der äußersten Faserspannung multiplicirt mit dem Widerstandsmoment; im vorliegenden Falle Pl = S. W. bei einem rechtwinkligen Balken also $Pl = S. \frac{bh^2}{6}$ und

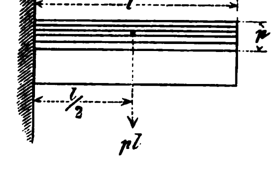
Abb. 14.



bei einem Balken mit kreisförmigem Querschnitt $= Pl = S. \frac{d^3}{10}$

b. Hat der Balken auf jeden Centimeter seiner Länge eine Last von p kg zu tragen (gleichförmig vertheilte Last), so ist das dasselbe, als ob die ganze Last pl in ihrem Schwerpunkte, d. h. in der Mitte des Balkens anfaßte.

Abb. 15.



Das Biegungsmoment ist alsdann, da der Hebelarm nur $\frac{l}{2}$ ist $= pl \frac{l}{2}$. Die Gleichung für die Berechnung des Balkens ist mithin $M = pl \frac{l}{2} = S. W$ und für W die Werthe eingesetzt: bei rechteckigen Balken $\frac{pl^2}{2} = S. \frac{bh^2}{6}$ und bei kreisförmigen $\frac{pl^2}{2} = S. \frac{d^3}{10}$

c. Wenn der Balken auf zwei Stützen aufliegt und in der Mitte durch ein Gewicht P belastet ist, so vertheilt man erst die Last auf die beiden Auflagerpuncte. Da P in der Mitte des Balkens angreift, so kommt offenbar auf jede Stütze gleich viel Last, nämlich $\frac{P}{2}$ und zwar muß diese Kraft, um der Last von oben das Gleichgewicht zu bieten, von unten nach oben wirken. Denkt man sich nun den belasteten Träger in der Mitte eingemauert und nur den Auflagerdruck von unten

Abb. 16.

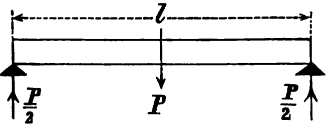
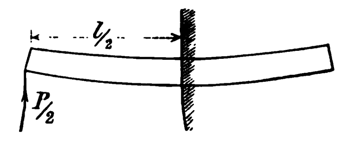


Abb. 17.

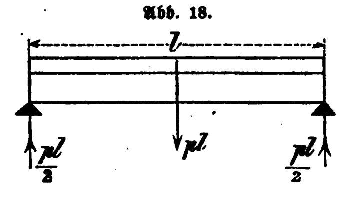


nach oben wirkend, so hat man denselben Fall, wie beim seitig eingemauerten Träger.

Das Biegungsmoment ist dann $\frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2}$ und dieses gleich S gesetzt ergiebt die Gleichung $\frac{Pl}{4} = S. W.$ oder beim rechteck Balken $\frac{Pl}{4} . = S. \frac{bh^2}{6}$ und beim Balken mit kreisförmigem Q schnitt $\frac{Pl}{4} = S. \frac{d^3}{10}$.

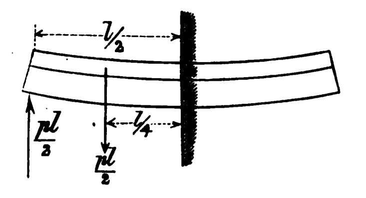
d. Ist eine Last von p kg auf den lfd. cm gleichm über den Balken vertheilt hat man ebenfalls zunächst Auflagerdrucke zu ermitt Dieselben sind, da die ganze lastung pl beträgt, für j

Abb. 18.



Auflager $= p \frac{l}{2}$. Denkt sich wiederum den Balke der Mitte eingemauert un äußeren Kräfte auf ihn wirkend, so tritt nicht nur der lagerdruck in einer Stärke $\frac{pl}{2}$ Hebelarm mit dem $\frac{l}{2}$ sondern es kommt auch die halbe gleichmäßig dem Balken ruhende $\frac{pl}{2}$ mit dem in ihrer M

Abb. 19.



liegenden Angriffspunct zur Geltung. Während erstere oben wirkt, wirkt letztere nach unten, erstere am Hebelarm letztere am Hebelarm $\frac{l}{4}$. Unsere Gleichung lautet somit

$$M = \frac{pl}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{pl}{2} \cdot \frac{l}{4} = S. W. \text{ und hieraus } \frac{pl^2}{8} = S.$$

Bei einem Balken mit rechteckigem Querschnitt erhalten wir sonach $\frac{pl^2}{8} = S\frac{bh^2}{6}$ und beim runden

$$\frac{pl^2}{8} = S\frac{d^3}{10}.$$

Beispiele:

1) In einem Gebäude soll ein Balken von Kiefernholz so eingemauert werden, daß er mit einer Länge von 1,75 m frei in der Luft schwebt. Der Balken soll so stark sein, daß man an dem freien Ende 750 kg anhängen kann. Die Höhe des Balkens soll 26 cm sein, es ist die Breite zu berechnen. Die Momentengleichung ist nach Fall a

Abb. 20.

$$M = 750 . 175 = S . W . = S . \frac{bh^2}{6}$$

die größte Faserspannung zu 60 angenommen und $h = 26$ eingesetzt, ergiebt für b aufgelöst

$$b = \frac{750 . 175 . 6}{60 . 26 . 26} = 19,3 \text{ cm}.$$

2) Soll man einen Balken von 20 cm Breite verwenden und danach die Höhe berechnen, so erhält man

$$750 . 175 = 60 . \frac{20 . h^2}{6} \text{ und hieraus}$$

$$h = \sqrt{\frac{750 . 175 . 6}{60 . 20}} = 25,6 \text{ cm}.$$

3) Soll man berechnen, wieviel ein vorhandener einseitig eingemauerter Balken von 175 cm Länge, 25 cm Höhe und 18 cm Breite an seinem Ende tragen kann, so ist nach derselben Gleichung a. die Last P zu ermitteln.

$$M = Pl = S . \frac{bh^2}{6} \text{ Werthe eingesetzt}$$

$$P . 175 = 60 . \frac{18 . 25^2}{6} \text{ und hieraus}$$

$$P = \frac{60 . 18 . 25 . 25}{6 . 175} = 642,8 \text{ kg}.$$

… m will einen Erker an einem Hause anbringen … vorstehen und der gleichmäßig mit 6 kg pro lf…

Abb. 21.

belastet werden soll. Wie stark … der aus Kiefernholz herzustellende B… sein? Es berechnet sich nach Fo… die Gesammtlast = pl = 720 kg, … in der Mitte angreift. Die Glei… ist daher M = 720 . 60 = S . W. … S würde 60 kg eingesetzt und fü… aufgelöst ergiebt

$$W = \frac{720 \,.\, 60}{60} = 720 = \frac{bh^2}{6} \text{ oder } bh^2 = 4320.$$

… m hat nun die Wahl, eins der beiden Maaße des Ba… …dieses einzusetzen und danach das andere zu bere… … = …5 cm angenommen, so erhält man

$$h … \frac{…}{15} = 16{,}9;$$ nimmt man hingegen h z. B. gleich 1… an, so ergiebt sich $b = \frac{4320}{16 \,.\, 16} = 16{,}88$ cm.

5) Ein Balken von Eichenholz, 6,0 m lang, der an … Enden unterstützt ist, soll i… Mitte ein Last von 360… tragen. Die Breite des B… wird zu 0,30 m angeno… wie groß muß die Höhe … Es kömmt hier die Formel c zur Anwendung:

Abb. 22.

$$M = \frac{Pl}{4} = SW$$

$$\frac{3600 \,.\, 600}{4} = S \,.\, \frac{bh^2}{6}; \quad b = 30 \text{ cm}$$

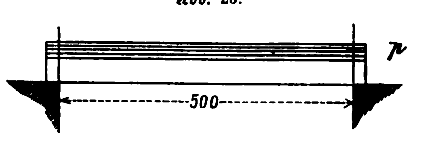
S = 90 kg eingesetzt und für h aufgelöst

$$h = \sqrt{\frac{6 \,.\, 3600 \,.\, 600}{4 \,.\, 90 \,.\, 30}} = 34{,}64 \text{ cm.}$$

6) Ein Balken von Kiefernholz, 20 cm breit und … hoch liegt auf 2 Mauern, die 5 m von einander entfern… Wie groß darf die Last sein, die man bei gleichmäßiger … *theilung* auf den Balken bringen darf? Es kommt die …

unter d zur Anwendung und ist die Größe p der gleichmäßig vertheilten Last zu suchen. $M = \frac{pl^2}{8} = SW.$

Abb. 23.



Für S werde 60 kg, dieses sowie die sonst gegebenen Werthe eingesetzt

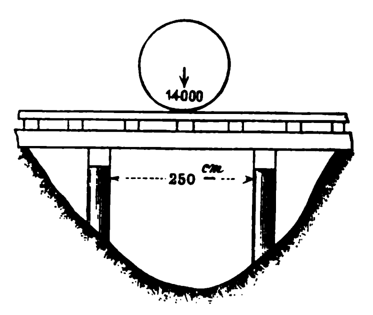
$$\frac{p \cdot 500^2}{8} = 60 \frac{20 \cdot 25^2}{6}$$ und für p aufgelöst

$$p = \frac{8 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 25}{6 \cdot 500 \cdot 500} = 4 \text{ kg}.$$

Es darf also der Balken auf den laufenden Centimeter mit 4 kg belastet werden.

7) Es soll eine Nothbrücke von 2,5 m Spannweite in einen Eisenbahnkörper gebaut werden. Die aus Kiefernholz zu verwendenden rechteckigen Balken müssen das Gewicht einer in der Mitte stehenden schweren Güterzug-Locomotivachse von 14000 kg mit Sicherheit tragen können. Wie stark müssen dieselben sein? Es kommt die Formel unter c zur Anwendung und erhält man, wenn man die bekannten Werthe einsetzt, auch für S wieder 60 annimmt

Abb. 24.



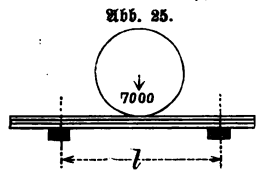
$M = \frac{Pl}{4} = SW; \frac{14000 \cdot 250}{4} = 60 \cdot W.$ Hieraus das Widerstandsmoment $W = \frac{14000 \cdot 250}{4 \cdot 60} = 14583 = \frac{bh^2}{6}$. Wählt man nun Balken von 30 cm Höhe, so ergiebt sich die Gesammtbreite derselben zu

$$\frac{b \cdot 30^2}{6} = 14583; b = \frac{14583 \cdot 6}{30 \cdot 30} = 97,22 \text{ cm}.$$

Die Balken müssen also eine Gesammtbreite von 0,9722 m haben, und wird man daher unter jede Schienenreihe zwei Balken von je 25 cm Breite legen.

8) Wie weit dürfen zwei benachbarte Schwellen höchstens auseinander gelegt werden, damit die Schiene die Last einer schweren Locomotivachse noch mit Sicherheit zu tragen vermag?

Abb. 25.



Der Raddruck einer Locomotivachse ist = 7000 kg, die Entfernung der Schwellen von Mitte bis Mitte sei = l. Das Widerstandsmoment W der Preußischen Normalschiene vom Jahre 1885 ist bei einer neuen Schiene, = 154, bei einer Schiene, die 10 mm abgefahren ist = 120,3. Die zulässige Faserspannung ist bei Gußstahl = 2500. Setzt man diese Werthe in die Gleichung unter c ein, so erhält man $\frac{7000 \, . \, l}{4} = 2500 \, . \, 154$ bei neuen Schienen und hieraus $l = \frac{2500 \, . \, 154 \, . \, 4}{7000} = 220$ cm. Bei einer um 10 mm abgefahrenen Schiene mit W = 120,3

$$l = \frac{2500 \, . \, 120{,}3 \, . \, 4}{7000} = 172 \text{ cm}$$

5. Von den einfachen Maschinen.

§ 9. Den Begriff „einfache Maschinen" haben wir bereits in der Naturwissenschaft kennen gelernt (§ 7 daselbst).

Der Hebel, eine möglichst unbiegsame Stange, dient zum Fortbewegen von Lasten. Ein Punct des Hebels wird fest unterstützt und dann der Hebel so bewegt, daß dieser Punct ein Drehpunct wird. Fällt der Drehpunct mit dem einen Ende zusammen, so entsteht ein einarmiger Hebel, liegt der Drehpunct zwischen den beiden Endpuncten, so entsteht ein zweiarmiger Hebel. Die rechtwinklige Entfernung vom Drehpunct nach der Richtungslinie der Last nennt man den Hebelsarm der Last, die rechtwinklige Entfernung vom Drehpunct nach der Richtungslinie der Kraft den Hebelsarm der Kraft.

Wirken die Kräfte rechtwinklig zum Hebel, so versteht man unter Hebelsarm die Entfernung zwischen Drehpunct und Angriffspunct der Kraft. Die Linie abc (Fig. 66) Tafel II stellt einen einarmigen Hebel, die Linie bac (Fig. 67) einen zweiarmigen Hebel dar; a ist der Drehpunct, b Angriffspunct der Last, c Angriffspunct der Kraft P. Sobald die Kräfte auf den Hebel so wirken, daß der Hebel in Ruhe bleibt, ist Gleichgewicht vorhanden und dies

findet statt, wenn das Product aus der Kraft und Hebelsarm gleich ist dem Product aus der Last und deren Hebelsarm. Es sei der einarmige Hebel 4 m lang, a sei der Stützpunct, die Last L = 16 kg wirke in b 0,50 m von a entfernt, die Kraft P greife am Ende des Hebels an, dann ist bei Gleichgewicht $P . 4 = L . 0{,}50$ oder $P = \frac{16 . 0{,}50}{4} = 2$, d. h. es genügt eine Kraft von 2 kg, um der Last von 16 kg das Gleichgewicht zu halten. Beim zweiarmigen Hebel sei ab = 1 m, ac = 3 m, L = 9 kg, dann ist $P . 3 = L . 1$ oder $P = \frac{9 . 1}{3} = 3$; also eine Kraft von 3 kg vermag in diesem Fall einer Last von 9 kg das Gleichgewicht zu halten; dies Verhältniß wird um so günstiger für die Kraft, je kleiner der Hebelsarm der Last und je größer der Hebelsarm der Kraft ist; wäre z. B. ab = 0,50 m; ac = 6 m; und L = 12 kg, so ist $P . 6 = 12 . 0{,}5$, also $P = \frac{6}{6} = 1$, es gehört also in diesem Fall nur eine Kraft von 1 kg dazu, um einer Last von 12 kg das Gleichgewicht zu halten.

Wir haben bisher das Gewicht des Hebelarms unberücksichtigt gelassen. Wenn nun der 2armige Hebel überall gleichen Querschnitt hat, so kann man den Hebel als gewichtslos annehmen und dafür in der Mitte der Hebelsarme sich eine Kraft in der Richtung der Schwerkraft wirkend denken, welche gleich ist dem Gewichte der Hebelsarme; der Hebelsarm dieser Kräfte ist dann halb so groß wie die Hebelsarme der Last L und der Kraft P in den vorhergehenden Beispielen. Nennen wir diese neuen Kräfte G und G_1 (Fig. 68), so wird am 2armigen Hebel Gleichgewicht stattfinden, wenn $L . ab + G . \frac{ab}{2} = P . ac + G_1 . \frac{ac}{2}$ ist. Wirken überhaupt mehrere Kräfte am 2armigen Hebel, so findet stets Gleichgewicht statt, wenn die Summe der Producte aus den Kräften und deren Hebelsarmen rechts vom Drehpunct gleich ist der Summe der Producte aus den Kräften und deren Hebelsarmen links vom Drehpunct, vorausgesetzt, daß sämmtliche Kräfte in der Richtung der Schwerkraft wirken. Wirken z. B. am Hebel (Fig. 69), dessen Drehpunct c ist, die Kräfte P, P_1, P_2, P_3, P_4, so findet Gleichgewicht statt, wenn $P . ac + P_1 . bc = P_2 . cd + P_3 . ce + P_4 . cf$ ist. Die Kräfte links haben das Bestreben, den Hebel links herum (entgegen dem Zeiger der Uhr) die Kräfte

rechts hingegen denselben rechts herum zu drehen; wirkt nun eine Kraft am linken Hebelsarm nach oben, so hat diese Kraft dasselbe Bestreben wie die rechts angebrachten Kräfte, es muß daher auch bei der Berechnung diese links angebrachte Kraft wie eine rechts angebrachte Kraft, angesehen werden. Man kann daher die allgemeine Regel so fassen: Am Hebel findet Gleichgewicht statt, wenn die Summeder Producte aus denjenigen Kräften, welche den Hebel nach einer Seite zu drehen streben, und deren Hebelsarmen gleich ist der Summe der Producte aus denjenigen Kräften, welche den Hebel nach der entgegengesetzten Seite zu drehen streben, unddereren Hebelsarmen. Hiernach wäre Gleichgewicht am Hebel (Fig. 70), wenn ist:

$$P . ac + P_4 . cf = P_2 . cd + P_3 . ce + P_1 . bc.$$

Beispiel.

Ein Schlagbaum aus Nadelholz (Fig. 71) habe einen quadratischen Querschnitt von 10 cm Seite, der Drehpunct liege von einem Ende 1 m, vom andern Ende 4 m entfernt. Der Schlagbaum soll so an dem einen Ende belastet werden, daß er dadurch im Gleichgewicht gehalten wird; wie groß muß die Belastung sein?

Nennen wir die unbekannte Last = L und denken uns das Gewicht der beiden Hebelsarme in der Mitte der Hebelsarme wirkend, so muß bei Gleichgewicht sein, wenn wir das Gewicht der Hebelsarme mit G und G_1 bezeichnen:

$$L . 1 + G . 0{,}5 = G_1 . 2, \text{ oder}$$
$$L = G_1 . 2 - G . 0{,}5.$$

G und G_1 können wir berechnen, da nach der Tabelle auf Seite 15 1 cbm Nadelholz = 470 kg wiegt. Der cubische Inhalt des kürzeren Hebelarms ist 0,10 . 0,10 . 1 = 0,0100 cbm, also das Gewicht = 0,0100 . 470 = 4,7 kg = G; der cubische Inhalt des längeren Hebelarms ist 0,10 . 0,10 . 4 = 0,0400, also das Gewicht = 0,0400 . 470 = 18,8 kg = G_1. Setzen wir diese Werthe in die obige Gleichung $L = G_1 . 2 - G . 0{,}5$, so erhalten wir L = 18,8 . 2 — 4,7 . 0,5 = 35,25 kg.

Soll also der Schlagbaum ins Gleichgewicht gebracht werden, so muß der kürzere Hebelsarm am Ende mit 35,25 kg belastet werden.

§ 10. Das vorstehende Gesetz vom Hebel ist das Grundgesetz der ganzen Mechanik, es ist daher einem Jeden dringend

zu rathen, daß er sich vollständig vertraut mit demselben mache. Der Hebel findet unzählige Anwendungen; z. B. bei nachstehenden Gegenständen: Zange, Nußknacker, Scheere, Thürdrücker, Hebebaum, Ruder, Schubkarre, alle Sorten Waagen, als gemeine Wage, Decimal-Waage, Centesimal-Waage, ferner Kreuzhacke, Brechstange, Klaue zum Nagelausziehen u. s. w. Bei allen diesen Maschinen kann indessen die Kraft nur mit Unterbrechungen wirken; eine ununterbrochene Wirkung des Hebels erreicht man, wenn man denselben an einer drehbaren Welle anbringt, wie z. B. bei den Winden.

Man denke sich eine in Zapfenlagern ruhende Welle, um die ein Tau so geschlungen, daß das eine Ende desselben an der Welle befestigt ist, während das andere Ende eine Last trägt; auf dieser Welle sei ein Rad befestigt, um das ebenfalls in der angegebenen Weise ein Tau, aber nach entgegengesetzter Richtung, geschlungen ist; am Ende dieses Taues wirke eine Kraft. Eine solche Maschine heißt Rad an der Welle; es wirkt dabei die Kraft an einem Hebelsarm, der gleich dem Halbmesser des Rades ist, und die Last an einem Hebelsarm, der gleich dem Halbmesser der Welle ist.

Gleichgewicht findet auch hier statt, wenn das Product aus Kraft und deren Hebelsarm gleich ist dem Product aus der Last und deren Hebelsarm; wählt man also den Hebelsarm der Last, d. h. den Halbmesser der Welle, möglichst klein, und den Hebelsarm der Kraft, d. h. den Halbmesser des Rades, möglichst groß, so kann man mit einer geringen Kraft eine große Last heben. Statt des Rades wendet man nun gewöhnlich eine Kurbel an oder auch Speichen. Es sei an der Maschine (Fig. 72) Tafel II, welche man Hornhaspel nennt, ab der Hebelsarm der Kurbel, welcher dem Halbmesser des Rades an der Welle entspricht, = 45 cm, der Halbmesser der Welle cd sei = 9 cm; ein Arbeiter wirke mit einer Kraft P von 8 kg an der Kurbel; welche Last vermag derselbe zu heben, wenn dieselbe an einem Tau, das um die Welle geschlungen ist, gehoben werden soll?

Es ist $L.cd = P.ab$ oder $L = \frac{P.ab}{cd} = \frac{8.0,45}{0,09} = 40$, d. h. der Arbeiter vermag 40 kg zu heben.

In § 7 der Naturwissenschaft war bei Anwendung der Maschinen als Hauptgesetz hingestellt, daß am Wege verloren gehe, was an Kraft gewonnen werde; in dem vorstehenden Fall haben wir mit einer Kraft eine Last gehoben, die 5mal so groß

ist, andererseits hat aber die Kraft einen Weg zurückgelegt, der 5mal größer ist, als der Weg der Last; denn der Weg der Last ist bei einer einmaligen Drehung der Kurbel $= 2r\pi =$ $2 . 0{,}09 . 3{,}1416 = 0{,}565488$ m, während der Weg der Kraft ist $= 2 . 0{,}45 . 3{,}1416 = 2{,}82744$ m, es ist also der Weg der Kraft 5mal so groß, als der Weg der Last.

§ 11. Der Grundgedanke des Rades an der Welle findet eine große Anwendung in der Maschinentechnik, indem man Räder von verschiedenem Durchmesser in einander greifen läßt und dadurch sowohl die Geschwindigkeit, wie die Größe der Kraftwirkung verändert. Bei solchen Räderwerken unterscheidet man Treibräder, d. h. Räder, von welchen die Bewegung ausgeht, und Getriebe, d. h. Räder, die in Bewegung gesetzt werden; die Räder sind gewöhnlich mit Zähnen versehen, so daß die Zähne des einen Rades in die Zahnlücken des andern Rades eingreifen.

Für das Gleichgewicht dieser Räder gilt als Regel: das Product aus der Last und den Halbmessern der Getriebe muß gleich sein dem Product aus der Kraft und den Halbmessern der Treibräder; bei Anwendung einer Kurbel sieht man diese als Treibrad an. Kommt es also darauf an, mit einer geringen Kraft möglichst große Last zu heben, so macht man die Durchmesser der Getriebe möglichst klein, die Durchmesser der Treibräder möglichst groß.

Auf einer Welle (Fig. 73) befindet sich ein Treibrad, in welches ein Getriebe eingreift, das durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt wird. Der Halbmesser der Kurbel fg sei $= 0{,}45$ m; der Halbmesser des Getriebes $de = 0{,}05$ m; der Halbmesser des Treibrades $ac = 0{,}50$ m; der Halbmesser der Welle $hi = 0{,}05$ m. Welche Last kann ein Arbeiter, der an der Kurbel mit einer Kraft $= P = 8$ kg angreift, heben?

Product aus Kraft und Halbmesser der Treibräder
$= P . 0{,}45 . 0{,}50$;
Product aus Last und Halbmesser der Getriebe
$= L . 0{,}05 . 0{,}05$.

Setzt man diese Producte gleich, so ist daraus die Last zu berechnen, also

$$P . 0{,}45 . 0{,}50 = L . 0{,}05 . 0{,}05, \text{ oder}$$
$$L = \frac{P . 0{,}45 . 0{,}50}{0{,}05 . 0{,}05} = P . 9 . 10, \text{ oder}$$
$$L = 8 . 9 . 10 = 720 \text{ kg.}$$

Auch hier verhält sich, wie man durch Rechnung leicht finden kann, der Weg der Kraft zu dem Wege der Last umgekehrt wie die Last zur Kraft, d. h. wie 720 : 8, oder wie 90 : 1; wenn also die Kraft einen Weg von 90 m macht, wird die Last um 1 m gehoben.

§ 12. Zu den einfachsten Maschinen gehört ferner die chiefe Ebene. Im § 3 haben wir bereits gesehen, wie die Schwerkraft eines Körpers A = AB (Fig. 74) auf einer schiefen bene sich in die Kräfte AC und AD zerlegt, von denen die ste auf die Fläche MS drückt und die zweite bestrebt ist, den örper von der schiefen Ebene herabzuziehen. Bringt man nun n dem Körper eine Kraft P an, welche = ist AD und in tgegengesetzter Richtung wirkt, so kann der Körper nicht mehr runterrollen, derselbe wird vielmehr, sobald die Kraft etwas ößer genommen wird, die schiefe Ebene hinaufgezogen. Die ast wird dargestellt durch die Linie AB, die Kraft für das leichgewicht durch eine Linie = AD; diese beiden Linien verlten sich nun wie die Länge der schiefen Ebene zu deren Höhe. s gilt hiernach folgende Regel: Auf der schiefen Ebene ist Gleichwicht vorhanden, wenn sich verhält die Kraft zur Last wie die öhe zur Länge der schiefen Ebene.

Soll z. B. eine Last von 50 kg vermittelst einer 4 m ngen Schrotleiter auf einen Bahnsteig von 1 m Höhe gehoben erden, so würde man die erforderliche Kraft P, welche parallel r Schrotleiter wirken soll, finden aus der Proportion

$$P : 50 = 1 : 4, \text{ oder}$$

$$P = \frac{50 \cdot 1}{4} = 12{,}5 \text{ kg}.$$

iese Zugkraft muß dann freilich thatsächlich noch um so viel rgrößert werden, wie die Reibung der Last auf der Schrotiter verlangt.

Man ist also im Stande, durch Anwendung der schiefen bene eine Last mit einer verhältnißmäßig geringen Kraft zu ben.

Eine besondere Anwendung der schiefen Ebene findet beim il und bei der Schraube statt; bei der letzteren verhält sich Kraft zur Last wie die Höhe eines Schraubenganges zum nfang der Spindel.

§ 13. Die letzte einfache Maschine, welche wir noch betrachten wollen, ist die Rolle, d. h. eine kreisförmige Scheibe, durch deren Mitte ein Zapfen geht.

Man unterscheidet 2 Arten von Rollen, nämlich die feste und die lose Rolle.

Die festen Rollen dienen nur dazu, der Kraft eine andere Richtung zu geben; eine Krafterspارung findet bei Anwendung derselben nicht statt.

Anders verhält es sich mit der losen Rolle. Um die lose Rolle b (Fig. 75) Tafel II sei ein Tau geschlungen, das an einem Ende a befestigt ist und am andern Ende c durch eine nach oben gerichtete Kraft P gehalten wird, an der losen Rolle hängt die Last Q. Die Kraft P, welche erforderlich ist, um die Last Q im Gleichgewicht zu halten, ist nun, wenn die Taurichtungen parallel laufen, $= \frac{1}{2}$ Q, d. h. man braucht bei Anwendung einer losen Rolle, um eine Last zu heben, nur eine Kraft, welche gleich ist der halben Last. Verbindet man mehrere Rollen, lose und feste, mit einander in geeigneter Weise, so tritt eine noch größere Krafterspارung ein. Solche Rollenverbindungen nennt man Flaschenzüge. Es gilt aber auch bei Anwendung der Rollen der wichtige Satz, was an Kraft gewonnen wird, geht am Wege verloren. Z. B. bei Anwendung einer losen Rolle ist die erforderliche Kraft halb so groß als die Last, es ist aber dafür der Weg, den die Kraft zurückzulegen hat, doppelt so groß als der Weg der Last.

Die Leistung, welche man durch Anwendung der Flaschenzüge hervorbringt, wird wesentlich beeinträchtigt durch die Steifheit der Seile, welche zu überwinden ist, sowie ferner durch die Reibung, welche auch die Leistungen der übrigen einfachen Maschinen wesentlich verringert.

§ 14. Die Kraftberechnungen, welche wir vorher bei den einzelnen Maschinen angestellt haben, erzielen weit günstigere Ergebnisse, als sie in der Wirklichkeit vorkommen, weil wir die Reibung nicht berücksichtigt haben. Die Reibung ist eine Folge der Rauhheit der sich berührenden Flächen, denn jede Oberfläche sie mag noch so glatt erscheinen, hat Erhöhungen und Vertiefungen, welche die Bewegung hemmen.

Ueber die Reibung gelten folgende Sätze: Je größer der Druck, mit welchem 2 Körper auf einander gepreßt werden, desto

größer die Reibung. Die Reibung ist unabhängig von der Größe der Berührungsfläche. Je rauher die Oberfläche, desto größer die Reibung. Die Reibung ist, bevor die Bewegung eintritt, größer als während der Bewegung.

Man unterscheidet vorzugsweise gleitende Reibung und rollende Reibung; die erstere ist der Widerstand gegen das Gleiten der Körper, die zweite gegen das Rollen der Körper. Die rollende Reibung ist wesentlich geringer als die gleitende Reibung, weshalb man unter schwere zu bewegende Stücke gern Rollen legt. Man vermindert die Reibung durch Schmiermittel.

6. Von den zusammengesetzten Maschinen.

§ 15. Aus der Vereinigung verschiedener einfacher Maschinen entstehen die zusammengesetzten Maschinen. Berechnet man die Leistung solcher Maschinen ohne Rücksicht auf die Hindernisse der Bewegung und die verloren gehende Kraft, so erhält man die theoretische Leistungsfähigkeit; unter Nutzeffect einer Maschine versteht man die wirkliche Leistung der Maschine, welche stets geringer ist, als die theoretische Leistungsfähigkeit.

Wirkungsgrad einer Maschine nennt man das Verhältniß ihrer wirklichen Leistung zu ihrer theoretischen Leistung. Man drückt den Wirkungsgrad einer Maschine in Procenten aus; sagt man also z. B. der Wirkungsgrad der gewöhnlichen Pumpen ist $= 80\%$, so heißt dies: Von je 100 Cubikeinheiten, welche die gewöhnlichen Pumpen nach der theoretischen Berechnung fördern sollen, fördern dieselben in Wirklichkeit nur 80 Cubikeinheiten. Von den zusammengesetzten Maschinen sollen im Nachstehenden nur die Pumpen betrachtet werden.

§ 16. Daß die Bauart der Pumpen auf dem Druck der atmosphärischen Luft beruht, haben wir bereits im § 12 der Naturwissenschaft gesehen. Man unterscheidet vorzugsweise Saugpumpen, Druckpumpen und vereinigte Saug- und Druckpumpen.

Die Saugpumpe (Fig. 76) Tafel II besteht aus dem Saugerohr A und dem Kolbenrohr oder Pumpenstiefel B. Diese beiden Rohre sind getrennt durch ein Ventil a, welches sich nur nach oben hin öffnen kann, es führt den Namen Saugventil. Der Kolben b, welcher sich im Kolbenrohr auf und nieder bewegt, muß möglichst dicht an die Wandungen des Kolbenrohrs anschließen, *derselbe ist durchbohrt* und die Durchbohrung kann

geschlossen werden durch das Kolbenventil c, welches sich ebenfalls nur nach oben hin öffnen kann. Der Kolben sitzt am untern Ende der Kolbenstange d, welche mit dem Pumpenschwengel in Verbindung steht. Wenn sich nun der Kolben aufwärts bewegt, so wird das Ventil c der Durchbohrung des Kolbens durch den Druck des oberhalb des Kolbens stehenden Wassers geschlossen, das Wasser wird dadurch gehoben und fließt aus der Ausgußröhre der Pumpe. Beim Aufgang des Kolbens preßt nun der äußere Luftdruck das Wasser in der Saugeröhre in die Höhe, wodurch das Ventil a geöffnet wird, und sich der Raum unterhalb des Kolbens mit Wasser anfüllt. Bewegt sich nun der Kolben nach unten, so drückt das Wasser auf das Ventil a und schließt dasselbe; in Folge dessen wird das Wasser in die Durchbohrung des Kolbens hineingepreßt und öffnet das Ventil c, so daß sich der Raum oberhalb des Kolbens mit Wasser anfüllt u. s. w. Die Fig. 77 u. 78 zeigen die Stellung der Ventile beim Aufgang und beim Niedergang des Kolbens. Die Höhe, welche der Kolben beim Auf- und Abbewegen zurücklegt, nennt man Hubhöhe. Bewegt sich nun der Kolben einmal auf und nieder, so wird dadurch eine Wassermenge gefördert die gleich ist dem Querschnitt des Pumpenstiefels multiplicirt mit der Hubhöhe. Bezeichnen wir nun mit n die Anzahl der Auf- und Niedergänge des Kolbens in einer Minute, mit h die Hubhöhe und mit d den Durchmesser des Pumpenstiefels, so würde die Wassermenge Q, welche eine Pumpe in einer Minute fördern kann, sein:

$$Q = \frac{d^2 . \pi}{4} . h . n,$$

d. h. = Querschnitt des Pumpenstiefels multiplicirt mit der Hubhöhe und der Anzahl der Auf- und Niedergänge des Kolbens. Diese Wassermenge giebt indessen nur die theoretische Leistungsfähigkeit der Pumpe an; in Wirklichkeit liefert die Pumpe nicht so viel Wasser, weil die Ventile und der Kolben nicht vollständig luftdicht schließen. Wie schon im § 15 gesagt, haben die gewöhnlichen Pumpen meistens einen Wirkungsgrad = 80⁰/₀, es muß mithin die obige Formel noch mit 0,80 multiplicirt werden, so daß der Nutzeffect der Pumpen in einer Minute ist:

$$Q = \frac{d . ^2\pi}{4} . h . n . 0,80.$$

Bei eisernen Pumpen, die sorgfältig gearbeitet sind, erreicht man auch wohl einen Wirkungsgrad $= 90\%$.

§ 17. Beispiele. 1) Der Pumpenstiefel einer Pumpe habe 20 cm Durchmesser, die Hubhöhe betrage 50 cm und die Anzahl der Hübe in einer Minute sei 10, dann wird in einer Minute durch die Pumpe die Wassermenge Q gefördert:

$$Q = \frac{0{,}20^2 . 3{,}14}{4} . 0{,}50 . 10 . 0{,}80 = 0{,}1256 \text{ cbm}.$$

2) Es sei in einfachen Linien angedeutet (Fig. 79) ef das Saugerohr der in dem vorhergehenden Beispiel berechneten Pumpe, bei e beginne das Kolbenrohr, d sei der Ausguß der Pumpe und liege 5,5 m über e; b sei der Drehpunct des 2armigen Hebels ac, mit dem die Kolbenstange bei c verbunden ist, in a greife die Kraft an, welche das Wasser fördern soll, und zwar sei ab = 1,5 m und bc = 15 cm. Wie groß muß die Kraft sein, welche das Wasser fördern soll?

Die Last, welche an c wirkt, setzt sich zusammen aus dem Gewicht der Wassersäule, deren Höhe ed ist, und dem Gewicht des Kolbengestänges. Der cubische Inhalt der Wassersäule ist

$$\text{gleich } \frac{d^2\pi}{4} . h., \text{ oder} =$$

$$\frac{0{,}20^2 . 3{,}14}{4} . 5{,}5 = 0{,}1727 \text{ cbm}.$$

Es wiegt nun ein Cubikdecimeter Wasser = 1 kg oder 1 cbm = 1000 kg, also 0,1727 cbm = 0,1727 . 1000 = 172,7 kg. Rechnen wir das Gewicht des Kolbengestänges zu 12,3 kg, so wäre die zu hebende Last = 172,7 kg + 12,3 kg = 185 kg.

Bezeichnen wir nun die erforderliche Kraft mit P, so wird Gleichgewicht am Hebel stattfinden, wenn ist

$$P . ab = L . bc, \text{ oder}$$

$$P = \frac{185 . 0{,}15}{1{,}5} = 18{,}5.$$

Also eine Kraft von 18,5 kg würde die Wassermasse im Gleichgewicht halten; soll das Wasser also gehoben werden, so muß die Kraft etwas größer sein, wenn wir nun zugleich mit Rücksicht auf die Reibung des Kolbens und der Wassersäule an der Rohrwandung 15 % aufschlagen, so erhalten wir: P = 18,5 . 1,15 = 21,275, oder rund ist die erforderliche Kraft = 21 kg.

3) Es soll eine Pumpe entworfen werden, welche in einer Minute 0,1256 cbm fördert; die Hubhöhe betrage 0.50 m, die Anzahl der Hübe pro Minute 10. Wie groß ist der Durchmesser des Pumpenstiefels zu wählen?

Nach § 16 ist $Q = \frac{d^2 . \pi}{4} . h . n . 0{,}80$, also

$$\frac{Q . 4}{\pi . h . n . 0{,}80} = d^2 \text{ oder}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 . Q}{\pi . h . n . 0{,}80}} = \sqrt{\frac{4 . 0{,}1256}{3{,}14 . 0{,}50 . 10 . 0{,}80}}$$

$$= \sqrt{0{,}04} = 0 \text{[illegible]}$$

d. h. der Durchmesser muß [illegible] sein.

§ 18. In Bezug au[illegible] Abmessungen der einzelnen Theile einer Saugpumpe sei Folgendes bemerkt.

Die Länge des Saugerohrs darf nach § 12 der Naturwissenschaft höchstens zu 8 m [illegible]ommen werden, bei gewöhnlichen Pumpen geht man [illegible]er 6 bis 7 m.

Die Länge des Kolben[illegible] ist lediglich abhängig von der zu Gebote stehenden Kraft. Den Durchmesser des Pumpenstiefels berechnet man nach § 17, 3.

Den Durchmesser der Saugröhren macht man ungefähr = $^2/_3$ des Kolbendurchmessers, der gleich dem Durchmesser des Pumpenstiefels ist. Die freie Durchströmungsöffnung der Ventile macht man gleich dem Querschnitt der Saugröhren.

§ 19. Soll das Wasser nicht gehoben, sondern in die Höhe gedrückt werden, so wird der Kolben massiv ohne Ventil hergestellt und dann nahe am Boden des Kolbenrohrs seitwärts ein sogenanntes Druckrohr B (Fig. 80) angebracht; dies Rohr ist durch ein Ventil abgeschlossen, welches sich nur in das Druckrohr hinein öffnen kann. Geht der Kolben in die Höhe, so schließt sich dies Ventil, dagegen öffnet sich das Saugeventil und das Wasser tritt durch dasselbe in das Kolbenrohr; geht der Kolben herunter, so schließt sich das Saugventil und das Wasser im Kolbenrohr wird durch das obere Ventil in das Druckrohr hineingedrückt.

Den Durchmesser des Druckrohrs nimmt man gleich dem Durchmesser des Saugerohrs. Liegt nun das Wasser, aus dem die Pumpe schöpft, mindestens eben so hoch als das Saugventil, *so nennt man* diese Pumpe Druckpumpe, liegt das Wasser

aber tiefer, so daß es erst durch das Saugerohr in die Höhe gezogen werden muß, so nennt man diese Pumpe vereinigte Saug- und Druckpumpe. Druckpumpen sind beispielsweise die Pumpen der hydraulischen Presse und der Feuerspritze.

Die Berechnungen dieser Pumpen ergeben sich aus § 17.

Es sei (Fig. 81) in Linien angedeutet eine Vereinigung von 2 Saug- und Druckpumpen; ab sei der Wasserspiegel des Brunnens, C das gemeinschaftliche Saugerohr, A und B die Stiefel der beiden Pumpen, in denen sich die Kolben abwechselnd auf- und nieder bewegen; die Ventile sind durch Striche angedeutet; D ist das gemeinschaftliche Druckrohr, durch welches das Wasser in den Behälter E gelangt.

Während der Kolben im Stiefel B in die Höhe geht, schließt sich das zugehörige Druckventil und das Saugeventil öffnet sich; das aufgesogene Wasser strömt durch dasselbe in den Stiefel B. Gleichzeitig geht der Kolben im Stiefel A nieder, das Saugeventil wird geschlossen, das Druckventil geöffnet und das Wasser, welches im Stiefel A war, wird durch das Druckventil in das Druckrohr gepreßt, von wo es in den Behälter E gelangt. Beim Aufgang dieses Kolbens geht der Kolben im Stiefel B nieder nnd preßt das hier befindliche Wasser in das Druckrohr.

Es seien die Kolbenstangen mit einer Kurbeleinrichtung so verbunden, daß bei einer Kurbelumdrehung der Kolben in jedem Stiefel einmal auf und nieder geht. Der Durchmesser der Stiefel sei 0,12 m, die Hubhöhe = 0,24 m. Der kreisrunde Bottich habe 1,96 m Durchmesser.

Es soll der Wirkungsgrad dieser Pumpe berechnet werden.

Zu diesem Zweck hat man zu ermitteln, um wie viel das Wasser im Bottich bei einer beliebig angenommenen Anzahl von Kurbelumdrehungen steigt. Angenommen, das Wasser wäre bei 90 Kurbelumdrehungen von cd bis ef = 0,15 m gestiegen, so wäre ein Wasserquantum gepumpt worden = $\frac{1{,}96^2 \,.\, 3{,}1416}{4} \,.\, 0{,}15 = 0{,}45258$ cbm, und dies wäre die wirkliche Leistung in 180 Hüben.

Die theoretische Leistungsfähigkeit der Pumpe ergiebt sich aus folgender Rechnung. Der Inhalt des Pumpenstiefels beträgt $\frac{0{,}12^2 \,.\, 3{,}1416}{4} \,.\, 0{,}24 = 0{,}002714$ cbm. In 90 Kurbelum-

drehungen werden 180 Pumpenstiefel gefüllt, mithin wär theoretische Leistung im vorliegenden Fall = 180 . 0,00 = 0,48852 cbm

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{wirkliche Leistung}}{\text{theoretische Leistung}}$$

$$= \frac{0,45258}{0,48852} = 0,92643,$$

oder rund = 93 Procent.

V. Geometrische Arbeiten.

1. Erklärung.

§ 1. Die geometrischen Arbeiten bestehen vor weise darin, Flächen der Erdoberfläche auszumessen und Ergebnisse dieser Messungen durch Zeichnungen zu veran lichen. Für solche Zeichnungen wird ein verjüngter M stab gewählt, der ein Bruchtheil des wirklichen Maaßes Wäre dieser Bruchtheil beispielsweise $\frac{1}{1000}$, so würde jede messung in der Wirklichkeit tausendmal größer, als auf Zeichnung sein. Auch die Höhenlage der einzelnen Puncte Fläche wird durch Messung gefunden und durch Zeichnung anschaulicht.

2. Meßinstrumente.

§ 2. Jede Messung läuft darauf hinaus, einzelne Pu einzumessen und deren gegenseitige Lage festzustellen. Die zumessenden Puncte werden vorher durch Pflöcke von bezeichnet. Soll ein Lageplan aufgenommen werden, so we diese Pflöcke etwa 30 cm lang und $\frac{2 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$ stark, nach unten gespitzt gemacht (Merkpflöcke). Um Bögen auszustecken, be man Bogenpfähle 50 cm lang; für die Winkelpu Tangentenpuncte u. s. w. nimmt man größere Pfähle. Soll Höhenlage einzelner Puncte bestimmt werden, so werden in betreffenden Puncten Höhenpfähle eingeschlagen so tief, sie fest stehen; in der zu messenden Höhe schneidet man diese ab und setzt nebenbei einen Nebenpfahl, um den Punct ke *lich zu machen.* Sollen Puncte nur vorübergehend bezeic

werden, so nimmt man zum Abstecken *Fluchtstangen* (*Absteckstäbe*, *Baken*). Es sind dies cylindrische Stäbe von Holz 2 bis 3 m lang und 3 bis 4 cm stark, unten mit eisernem spitzen Schuh beschlagen. Um die Stangen sichtbarer zu machen und sie zugleich bei Längenmessungen benutzen zu können, streicht man sie von 50 zu 50 cm abwechselnd roth und weiß oder schwarz und weiß an. Soll in einer Linie, die durch 2 Stäbe bezeichnet ist, ein dritter Stab eingerichtet werden, d. h. in der Verlängerung der Linie oder in der Linie zwischen den beiden Stäben aufgestellt werden, so wird der Stab zunächst möglichst in der Richtung von einem Arbeiter zwischen zwei Fingern so gehalten, daß er vermöge seiner Schwere senkrecht hängt, dann stelle man sich selbst etwa 3 Schritt vor dem ersten Stab auf, fluchte nach dem zweiten, und gebe dem Arbeiter die Zeichen zur Bewegung nach rechts und links, bis die 3 Stäbe sich decken. Man prüft dies, indem man eine Auge schließt und dann abwechselnd rechts und links sich neigend sieht, ob die Kanten der Stäbe in eine Linie fallen. Besser ist es noch, wenn man mit *beiden Augen gleichzeitig* fluchten kann, da man dann sicherer und auch rascher arbeitet. Man muß sich dabei gewöhnen die Augen auf die *hinterste* Fluchtstange zu richten. Nach einiger Uebung wird man hierin schon die nöthige Fertigkeit erlangen. Die Fluchtstangen müssen sämmtlich gerade und von gleicher Stärke sein. Ist die Linie in unebenem Gelände abzustecken, so nimmt man häufig ein Bleiloth zu Hülfe. Bei längeren Messungen werden einzelne Puncte mit besonders hohen, festen Signalen gekennzeichnet, die noch in größerer Entfernung sichtbar sind.

§ 3. Sollen gerade Linien unmittelbar gemessen werden, so nimmt man hierzu *Meßstäbe*, *Meßketten* oder *Meßbänder*. Die *Meßstäbe* sind in der Regel 5 m lang und bei abgerundetem Querschnitte etwa $\frac{5\text{ cm}}{8\text{ cm}}$ stark aus trocknem Holz gefertigt, mit Oelfarbe gestrichen und in Meter, an den Enden in Decimeter eingetheilt. An den Enden sind sie mit Eisen oder Messing beschlagen. Zum Messen sind zwei Stäbe erforderlich, welche abwechselnd aneinander gelegt werden, wobei besonders darauf zu achten ist, daß stets die Stäbe in der Richtung der zu messenden und vorher ausgesteckten Linie liegen, und daß nicht beim Vorlegen einer Latte die liegende zurückgestoßen wird. Man erreicht dies am leichtesten, wenn der

zu legende Stab am hintern Ende angefaßt und auf das vordere Ende des liegenden der Fuß gesetzt wird. Jeder Stab wird erst beim Aufnehmen laut gezählt. Bequemer zum Messen sind die Meßketten. Dieselben bestehen aus Gliedern von Eisendraht, 0,50 m lang, durch Ringe mit einander verbunden; je ein Meter und jedes fünfte Meter sind besonders bezeichnet. In die Endringe werden Kettenstäbe, etwa 1,5 m lange, cylindrische, mit eisernen spitzen Schuhen beschlagene Stäbe aus Holz gesteckt, zum Ausspannen und Einrichten der Kette. Die Länge der Kette pflegt 20 m zu sein. Für den Gebrauch sind noch erforderlich 10 Zählstäbe (Sticken) aus Draht 30 cm lang. Ist die Kette im Anfang der zu messenden Linie eingerichtet und angespannt, so steckt der Vordermann in das Loch des Kettenstabes einen Zählstab. Demnächst wird die Kette weitergezogen, bis der Hintermann an dem Zählstab, den er aufnimmt und zu sich steckt, angekommen ist; er setzt nun genau den Kettenstab in das Loch ein, richtet den Vordermann ein, läßt die Kette anspannen und demnächst weiter ziehen, nachdem der Vordermann wieder einen Zählstab in das Loch des Kettenstabes eingesetzt hat. Dies wiederholt sich, bis der Vordermann auch den zehnten Zählstab weggegeben hat, dann werden die Stäbe sämmtlich zurückgegeben und dafür eine 10malige Länge der Kette vermerkt. Folgende Puncte sind bei der Kettenmessung besonders zu beachten.

Der Hintermann muß den Kettenstab genau und unverrückbar fest einsetzen. Der Kettenstab des Vordermanns ist genau einzurichten, wobei die Kettenstäbe genau senkrecht gestellt werden. Die Kettenlänge muß öfter geprüft und berichtigt werden.

Da sich häufig die Kettenglieder verschlingen, so wendet man jetzt vielfach Stahl-Meßbänder an. Gebrauch derselben wie bei der Kette.

§ 4. Von der Beschreibung der vielen und theilweise nicht einfachen Instrumente, zur Aufnahme und zum Abstecken von Winkeln, müssen wir absehen und uns darauf beschränken, nur zwei Geräthe, welche zum Abstecken rechter Winkel dienen und welche sehr häufig Verwendung finden, näher zu erläutern. Es sind dies der Winkelspiegel und der Winkelkopf. Nachfolgende Abb. 26 u. 27 zeigen den Grundriß und die Ansicht des Winkelspiegels. Das Instrument besteht aus einem Messinggehäuse abcd, welches nach der Seite ac *offen ist.* Die Seitenwände ab und cd sind so gestellt, daß

erlängerungen einen Winkel von 45⁰ bilden. An beiden
n ist je ein Spiegel angebracht und unter diesen Spiegeln
jeder Wand eine Oeffnung
den. Zur bequemen Hand=
ist an der Unterfläche ein
l. Für den Gebrauch haben
2 Fälle zu unterscheiden:
soll in dem Puncte e einer
OP eine Linie rechtwinklig
ckt werden. 2) Es soll von
Puncte S auf eine Linie OP
enkrechte gefällt werden. In
rsten Fall wird das Instru=
lothrecht über dem Punct e
gestellt, daß man eine in P
ellte Stange durch die Oeff=
der Seitenwand cd sieht der
daß auch das Auge sich in
nie OP befindet. Es wird nun eine Stange S so gehalten,
ren Bild im Spiegel der Wand ab bei f erscheint und

Abb. 26.

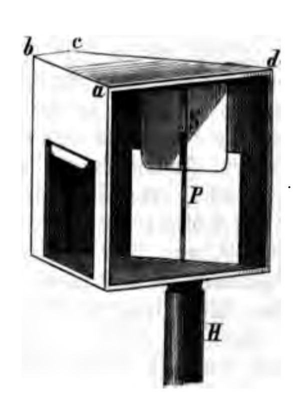
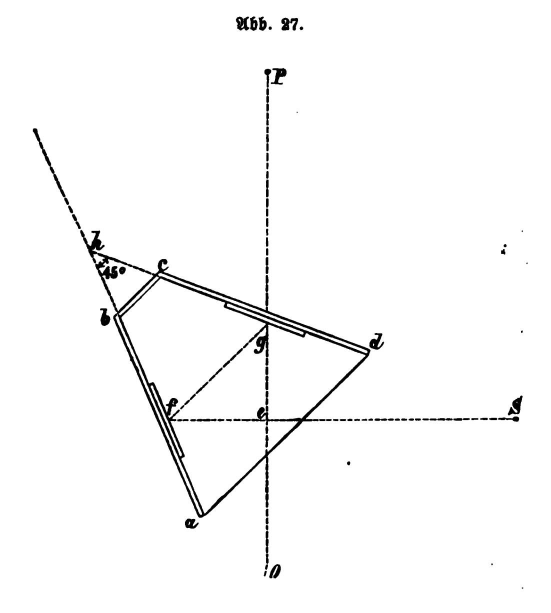


Abb. 27.



von diesem Spiegel auf den Spiegel der Wand cd nach g zurückgeworfen wird, wo es dem von O sehenden Auge sichtbar wird. Nun wird die Stange S parallel mit OP vorwärts oder rückwärts bewegt, bis das Bild derselben (im Grundriß g, in der Ansicht S) in dem Spiegel der Wand cd genau in der Verlängerung der unmittelbar gesehenen Stange P erscheint. Ist dies der Fall, so ist PeS ein rechter Winkel. Soll von S aus eine Senkrechte auf OP gefällt werden, so stellt man sich mit dem Instrument in der Linie OP auf und geht so lange in dieser Linie vorwärts oder rückwärts, bis die Stange P und die im Spiegel der Wand cd erscheinende Stange S eine gerade Linie bilden. Die Hauptöffnung ad des Gehäuses wird stets so gehalten, daß sie dem Auge und der Stange S zugekehrt ist. Jeder Winkelspiegel hat eine Vorrichtung, mit Hülfe deren man die Stellung beider Spiegel zu einander nöthigenfalls berichtigen kann, so daß genau ein Winkel von 45° eingeschlossen wird. Bezüglich der Spiegelung wird bemerkt, daß jeder Strahl in demselben Winkel, in welchem er auf den Spiegel fällt, auch zurückgeworfen wird; es ist also $\angle efa = \angle gfb$, $\angle egd = \angle fgc$ und es ist stets $\angle gef = \angle SeO =$ dem doppelten Winkel zwischen den Spiegelflächen $= 2 \angle ghf$. Wird also $ghf = 45°$ gemacht, so muß $\angle SeO$ stets $= 90°$ sein. Der Griff an der Unterplatte wird meist als Hülse mit Schraubengewinde ausgebildet, welche auf das obere Ende eines unten mit eiserner Spitze versehenen Holzstabes geschraubt wird. Man kann diesen Stab, wie eine Bake, genau in die Linie einrichten und so eine genauere Stellung erreichen, als wenn man den Apparat nur in der Hand hält.

Abb 28.





Der Winkelkopf oder die Winkeltrommel besteht ans einem hohlen, inwendig geschwärzten Cylinder Abb. 28, oder achtseitigen Prisma, in deren Wandungen senkrechte Schlitze a, b, c und d eingearbeitet, die genau 90°, also um einen rechten Winkel gegen einander versetzt sind. Von den Schlitzen sind c und a sehr schmal, während die anderen d und b breiter

nd in der Mitte mit einem senkrechten Faden versehen sind. Beim Gebrauch des Werkzeugs stellt man dasselbe genau in den Punct e Abb. 27 der Linie, über welchem ein rechter Winkel zu errichten ist, fluchtet den einen Schlitz genau in die Linie OP, sieht dann durch den zugehörigen, rechtwinkelig dazu stehenden Schlitz und richtet dann den Punct S ein.

Man kann den rechten Winkel auch mit einfacher Längenmessung festlegen. Ist (Fig. 48) Tafel I das Loth db auf ac zu errichten, so messe man in d die Länge von 3 m oder 6 m aus, die bis c reiche, schlage um d einen Kreis mit der Länge 4 m oder 8 m = db und um c einen mit der Länge von 5 m oder 10 m = cb, der Schnittpunct b beider Kreise liegt auf dem Lothe in d, das somit durch die Puncte d und b festgelegt ist.

3. Feldmessen.

§ 5. Um eine Fläche so aufzumessen, daß man von derselben eine Zeichnung nach verjüngtem Maaßstabe anfertigen kann, ist es nöthig, dieselbe in einfache Figuren zu zerlegen, d. h. in solche, deren Flächenberechnung in der Planimetrie gezeigt ist; man mißt dann diejenigen Seiten oder Winkel dieser Figuren, deren Größe zum Aufzeichnen bekannt sein muß. Die Längen der Seiten mißt man unmittelbar mit den Stäben, der Kette oder dem Bande; die Größe der Winkel ermittelt man durch ein besonderes Dreieck, indem man (Fig. 26) Tafel I auf den Schenkeln ac und ab beliebige Längen af und ad absteckt, und die Entfernung df mißt. Aus diesen 3 Längen kann man den Winkel stets wieder auftragen. Die Eintheilung der Flächen ist je nach den Verhältnissen verschieden; man theilt entweder die ganze Fläche in Dreiecke, oder man legt eine beliebige Linie durch die ganze Fläche und mißt von dieser Linie im rechten Winkel nach den Umgrenzungen der Fläche, oder man verbindet beide Methoden. Bevor man mißt, zeichnet man ein ungefähres Bild der Fläche ins Notizbuch unter Angabe der Eintheilung der Fläche, welche man wählt; in diese Skizze werden die Maaße im Laufe der Messung eingeschrieben.

Es sei die Fläche abcd (Fig. 82) Tafel II auszumessen. Man kann in diesem Falle so verfahren, daß man mit Hülfe des Winkelspiegels die Puncte e und f ermittelt, in denen die Lothe von d und b auf ac treffen, und die Höhen ed und bf unmittelbar mißt.

Eine Eintheilung der aufzumessenden Flächen in Dreiecke wird man vorzugsweise wählen, wenn die Begrenzung der Fläche geradlinig ist; besteht die Begrenzung aus unregelmäßigen gekrümmten Linien, wie bei Figur 83, so legt man eine Hauptlinie durch die Figur und zieht von dieser aus rechtwinklig Nebenlinien nach den Ecken und Knicken der Begrenzungslinie, die Krümmungen denkt man sich durch eine Anzahl gerader Linien ersetzt, welche möglichst mit der krummen Linie zusammenfallen. Die Längen, welche man auf der Hauptlinie messen muß, also Aa, Ab, Ac u. s. w., heißen Abscissen, die Längen der Nebenlinien a1, b2, c3 u. s. w. heißen Ordinaten. Der Inhalt einer solchen unregelmäßigen Fläche ist gleich der Summe der Inhalte der einzelnen leicht auszumessenden Flächen.

Hat man größere unregelmäßige Flächen auszumessen, so verbindet man die eben angegebenen Methoden, d. h. man begrenzt die Fläche durch gerade Linien, welche sich der unregelmäßigen Begrenzung einigermaßen anschließen, und betrachtet dann diese geraden Linien als Hauptlinien, von denen aus man die Ordinaten nach den einzelnen Ecken und Knicken der Begrenzung mißt; die von den Hauptlinien eingeschlossene Fläche theilt man in Dreiecke nach der ersten Methode. Die Fig. 84 wird dies klar machen. Liegen nun innerhalb der Fläche noch Gebäude u. s. w., welche ebenfalls aufgemessen werden sollen, so läßt sich dies, wie in der Skizze angedeutet ist, in der Weise machen, daß man eine der Theilungslinien als Hauptlinie ansieht und von dieser aus Ordinaten nach den Ecken der Gebäude mißt; selbstverständlich müssen auch die Puncte auf der Hauptlinie, von denen die Ordinaten abgehen, d. h. die Abscissen durch Messung festgestellt werden.

§ 6. Sind die Hauptlinien sehr lang, so ist man, wie auch in andern Fällen, gezwungen, zwischen 2 festen Puncten in gerader Linie noch mehrere Puncte festzulegen; es geschieht dies vermittelst Fluchtstangen, welche hintereinander so aufgestellt werden, daß sie sich decken. Soll von einer geraden Linie aus eine andere Linie rechtwinklig so abgesteckt werden, daß ihre Verlängerung einen bestimmten Punct trifft, so geschieht dies auf einfache Weise durch den Winkelspiegel, dessen Gebrauch im § 4 beschrieben ist. Hat man keinen Winkelspiegel zur Hand, so kann man mit Hülfe der pythagoräischen Zahlen 3, 4 und 5 oder ihrer Vielfachen ($3^2 + 4^2 = 5^2$ vergl. § 28 der Planimetrie) in der in § 4 beschriebenen Weise ein Loth durch Längenmessung errichten.

. Aufsuchen und Festlegen der Linie einer Eisenbahn oder Straße.

§ 7. Soll eine Chaussee oder eine Eisenbahn gebaut werden, so wird zunächst die Baurichtung derselben im Allgemeinen festgestellt und nachdem dies geschehen, die Linie genau abgesteckt, d. h. es wird die Mittellinie des Erdkörpers durch Pfähle bezeichnet, welche in Entfernungen von 50 m eingeschlagen werden. Die doppelten Abstände der Pfähle gleich 100 m nennt man eine Station. Da nun die Linie (Trace) niemals ganz gerade durchgeführt werden kann, sondern sich aus längern und kürzern Strecken zusammensetzt, die unter verschiedenen Winkeln zusammentreffen, so muß man die Knicke in den Polygonecken durch Abstecken von krummen Linien (Curven) vermitteln, die gewöhnlich als Kreislinien mit verschiedenen Halbmessern ausgebildet werden (s. § 5). Es soll hier nur die Methode der Absteckung durch Coordinaten von der Tangente aus berücksichtigt werden. Die Bogen werden so abgesteckt, daß die beiden in einander überzuführenden Geraden Tangenten werden (vgl. § 10 der Planimetrie); der Punct der Geraden, in welchem der Bogen anfängt, heißt der Tangentenpunct. Der Bogen wird in der Weise ermittelt, daß einzelne Puncte desselben bestimmt werden und zwar so, daß man die Tangente als Hauptlinie ansieht und von derselben aus rechtwinklig Ordinaten absteckt, welche für die verschiedenen Abscissenlängen und für die verschiedenen Halbmesser berechnet werden.

Beim Aufsuchen einer Bahnlinie steckt man zunächst nur gerade Linien ab, welche sich je nach ihrer gegenseitigen Richtung unter einem größeren oder kleineren Winkel schneiden. Der Schnittpunct dieser geraden Linien heißt der Winkelpunkt, und der Winkel, den diese Geraden bilden ecd, Fig. 87 Tafel II, heißt der Tangentenwinkel. Werden die beiden sich schneidenden Linien durch einen Bogen verbunden, so ist die Entfernung vom Winkelpunct bis Anfangspunct des Bogens auf beiden Linien stets gleich, oder mit andern Worten, die beiden Tangenten sind stets gleich lang.

Soll nun ein Bogen von einem bestimmten Halbmesser zwischen 2 sich schneidenden Linien eingelegt werden, so kommt es zunächst darauf an, durch Rechnung die Tangentenpuncte, in welchen der Bogen anfängt, zu finden. Es seien (Fig. 87) ac und bc zwei sich im Winkelpuncte c schneidende Linien, dieselben sollen durch einen Bogen, dessen Halbmesser = R m ist, verbun-

den werden. Wie weit vom Winkelpunct c muß der Bogen beginnen, oder mit anderen Worten, wie groß ist die Tangente ac. Man verlängere den einen Schenkel und trage die Linie cg etwa = 5 m so ab, daß der Winkel dce halbirt wird; je größer man diese Länge nimmt, desto genauer wird die Rechnung. Es verhält sich dann stets die halbe Entfernung zwischen beiden Schenkeln am Ende von cg und rechtwinklig dazu gemessen zu der Länge cg wie die Tangente zum Radius, weil Dreieck cgd und fac einander ähnlich sind; also $\frac{eg}{cg} = \frac{ac}{R}$.

Zur Uebung mögen die folgenden Beispiele dienen:

1) Die beiden (Fig. 88) skizzirten Geraden ac und bc sollen durch eine Curve von 400 m Halbmesser mit einander verbunden werden. Man stecke eine Halbirungslinie des Winkels ecd = cg = 5 m ab, messe die Entfernung ed etwa = 0,46 m, also eg = 0,23, dann ist

$$0{,}23 : 5 = T : R, \text{ oder}$$

$$\frac{0{,}23 \,.\, R}{5} = T = \frac{0{,}23 \,.\, 400}{5} = 18{,}4 \text{ m} = ac = bc$$

Also in einer Entfernung = 18,4 m, von c aus nach a und h gemessen, beginnt der Bogen.

2) Die beiden Geraden ac und bc (Fig. 88) sollen durch einen Bogen verbunden werden und zwar so, daß die Tangenten 15 m lang sind; wie lang ist der Halbmesser R des gesuchten Verbindungsbogens? cg (Fig. 88) sei gleich 5 m abgesteckt und die Länge der Linie de = 0,64 m gemessen, also eg = 0,32. Dann ist $0{,}32 : 5 = T : R$, also $R = \frac{5 \,.\, T}{0{,}32} = \frac{5 \,.\, 15}{0{,}32} = 234$ m.

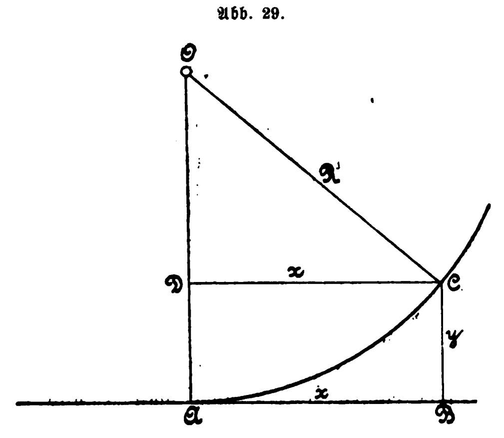
3) Ist der Winkel größer und muß man deshalb mit größerer Genauigkeit arbeiten, so mißt man zunächst auf c bis e ein Maaß von 20 m ab. In gleicher Weise von c bis d, verbindet die beiden Puncte d und e mit einander und mißt deren Entfernung. Dieselbe sei im vorliegenden Falle z. B. = 13,33 m Dann theilt man die Linie ed in zwei gleiche Theile, verbindet die Mitte g mit dem Winkelpuncte c und mißt auch diese Entfernnng. — Dieselbe sei = 18,52 m, so heißt unsere Proportion $\frac{eg}{cg} = \frac{ac}{R}$. Wenn man die Werthe einsetzt und R z. B. = 800 m wählt, so wird

$\frac{6,665}{18,52} = \frac{ac}{800}$. Daraus erhält man dann ac = Tangentenlänge = $\frac{800 . 6,665}{18,52} = 287,90$ m.

§. 8. Nachdem man nun die Tangentenlänge und damit den Anfangspunct des Bogens ermittelt hat, kann zur Absteckung desselben geschritten werden. Dieses geschieht in der Weise, daß man nach Fig. 89 Tafel II vom Anfangspuncte ausgehend bestimmte Entfernungen 5, 10, 15 u. s. w. auf der Tangente abmißt und dann die im folgenden ermittelten Uebermaaße 5a, 10b, 15c u. s. w. absteckt. Diese Zahlenwerthe (Ordinaten genannt) werden wie folgt berechnet.

Der Punct C des Kreisbogens (Abb. 29) soll durch Berechnung der Längen AB und BC festgelegt werden. AB nennt

Abb. 29.



man die Abscisse des Punctes C und bezeichnet sie mit x, BC wird die Ordinate desselben genannt und mit y bezeichnet.

Da AB = CD und BC = DA ist, so ist im rechtwinkligen Dreieck OCD

$$OC^2 = OD^2 + DC^2$$

oder

$$R^2 = (R - y)^2 + x^2$$

$$R^2 = R^2 - 2\,Ry + y^2 + x^2,$$

R^2 auf beiden Seiten subtrahirt

$$x^2 = 2\,Ry - y^2$$

und endlich

$$x = \sqrt{2\,Ry - y^2}.$$

Will man die Gleichung für y auflösen, so ist a

$$R^2 = (R - y)^2 + x^2$$
$$(R - y)^2 = R^2 - x^2$$
$$R - y = \sqrt{R^2 - x^2}$$
$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}.$$

Je nachdem man nun für y oder für x bestimmt einsetzt, auch für R die anzuwendende Größe in Rechnun erhält man die dazu gehörigen Werthe für x und y.

Soll beispielsweise für R = 100 aus Formel

$$x = \sqrt{2\,Ry - y^2}$$

die Länge x berechnet werden, an welcher der Abstan Curve = 2,0 m ist, so erhält man durch Einsetzung de

$$x = \sqrt{2 . 100 . 2{,}0 - 2{,}0^2}$$
$$= \sqrt{400 - 4}$$
$$= \sqrt{396} = 19{,}899 \text{ m}.$$

Will man, was am meisten gebräuchlich ist, aus der $y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$ den fraglichen Curvenpunct bestim muß, außer dem gegebenen Halbmesser R, die Länge der angenommen und eingesetzt werden. Wird dieselbe in U stimmung mit dem Resultat des vorigen Beispieles x = und R = 100 gewählt, so ist nach der Einsetzung

$$y = 100 - \sqrt{100^2 - 19{,}899^2}$$
$$= 100 - \sqrt{10000 - 396}$$
$$= 100 - 98$$
$$y = 2{,}00.$$

Für gewöhnlich setzt man nun für x abgerundete wie 5, 10, 15, 20 u. s. w. ein, desgleichen wird aucl meistentheils ein runder Werth angenommen und da Ordinate y berechnet. Um noch einige Beispiele zu geben, m den Halbmesser der Weichen mit Herzstückneigung 1 : 10, R die folgenden Ordinaten berechnet werden.

$$x = 5{,}0 \qquad R = 245 \text{ eingesetzt}$$
$$y = 245 - \sqrt{245^2 - 5^2}$$
$$= 245 - 244{,}95$$
$$y = 0{,}05 \text{ m}.$$
$$x = 10{,}0 \text{ gewählt,}$$

ergiebt für

$$y = 245 - \sqrt{245^2 - 10^2}$$
$$= 245 - 244{,}795$$
$$y = 0{,}205;$$

wird ferner $x = 15$ angenommen, so ist

$$y = 245 - \sqrt{245^2 - 15^2}$$
$$= 245 - 244{,}54$$
$$y = 0{,}46.$$

Für $x = 20$

ist $y = 245 - \sqrt{245^2 - 20^2}$

$$y = 245 - 244{,}182$$
$$y = 0{,}818 \text{ u. s. w.}$$

In den nachstehenden Tabellen (S. 142 u. 143) sind für die im Eisenbahn- und Wegebau gebräuchlichen Halbmesser die Abscissen x und die Ordinaten y berechnet. Zur Erläuterung wird nachgefügt, daß beispielsweise bei einem Halbmesser von 190 m und der Abscissenlänge 30 m die Größe der Ordinate = 2,383 m ist.

§ 9. Hat man die Tabellen nicht zur Hand und handelt es sich nicht um große Genauigkeit, so kann man die Ordinaten auch auf einfachere Weise nach der Formel $y = \frac{x^2}{2r}$ worin x die Abscissen und y die Ordinaten bedeuten.

Soll z. B., wie dieses auf den Bahnhöfen häufiger vorkommt, im Punct o Fig. 86, Tafel, II ein Bogen abgehen, dessen Halbmesser = 180 m beträgt, so steckt man auch wieder auf der Tangente gleiche Längen 1, 2, 3, 4, im vorliegenden Falle z. B. je einen Meter auseinander ab. Die zugehörigen Ordinaten erhält man durch Einsetzung der entsprechenden Werthe in die obige Gleichung:

$$1a = y = \frac{x^2}{2r} = \frac{1^2}{2 . 180} = \frac{1}{360} = 0{,}0028 \text{ m}$$

$$2b = y = \frac{x^2}{2r} = \frac{2^2}{2 . 180} = \frac{4}{360} = 0{,}011 \text{ m}$$

$$3c = y = \frac{x^2}{2r} = \frac{3^2}{2 . 180} = \frac{9}{360} = 0{,}025 \text{ m}$$

$$4d = y = \frac{x^2}{2r} = \frac{4^2}{2 . 180} = \frac{16}{360} = 0{,}044 \text{ m}$$

$$5e = y = \frac{x^2}{2r} = \frac{5^2}{2 . 180} = \frac{25}{360} = 0{,}069 \text{ m}$$

u. s. w. bei $x = 10: y = \frac{10^2}{2 . 180} = \frac{100}{360} = 0{,}28 \text{ m}$

Tabelle zum Abstecken von der Tangente aus.

Abscissen.	Ordinaten für einen Halbmesser von:									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
2,5	0,317	0,209	0,157	0,125	0,105	0,090	0,078	0,069	0,063	0,057
5	1,340	0,858	0,635	0,505	0,420	0,359	0,314	0,279	0,251	0,228
7,5	3,386	1,992	1,456	1,150	0,952	0,813	0,709	0,629	0,566	0,514
10	10,000	3,820	2,679	2,087	1,716	1,459	1,270	1,125	1,010	0,917
12,5		6,113	4,287	3,320	2,717	2,303	2,001	1,770	1,588	1,439
15		15,000	6,771	5,000	4,019	3,377	2,919	2,574	2,303	2,085
20			20,000	10,000	7,639	6,277	5,359	4,689	4,174	3,765
25				25,000	13,417	10,505	8,775	7,583	6,699	6,010
30					30 000	16,972	13,542	11,459	10,000	8,902
35						35,000	20,635	16,716	14,293	12,574
40							40,000	24,385	20,000	17,251
45										23,377

Abscissen.	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110
2,5	0,052	0,048	0,045	0,042	0,039	0,037	0,035	0,033	0,031	0,028
5	0,209	0,193	0,179	0,167	0,156	0,147	0,139	0,132	0,125	0,114
7,5	0,471	0,434	0,403	0,376	0,353	0,332	0,313	0,297	0,282	0,256
10	0,839	0,774	0,718	0,670	0,627	0,590	0,557	0,528	0,501	0,455
12,5	1,317	1,213	1,125	1,049	0,983	0,924	0,872	0,827	0,784	0,713
15	1,905	1,754	1,626	1,515	1,419	1,334	1,259	1,192	1,131	1,028
20	3,431	3,153	2,918	2,716	2,540	2,386	2,250	2,129	2,020	1,833
25	5,456	5,000	4,617	4,289	4,007	3,760	3,542	3,349	3,175	2,879
30	8,038	7,337	6,754	6,261	5,838	5,470	5,147	4,861	4,606	4,170
35	11,266	10,228	9,378	8,668	8,063	7,540	7,084	6,682	6,325	5,717
40	15,279	13,765	12,554	11,557	10,718	10,000	9,377	8,832	8,348	7,531
45	20,314	18,096	16,381	15,000	13,856	12,889	12,058	11,334	10,697	9,626
50	26,83	23,467	21,010	19,098	17,550	16,261	15,167	14,223	13,398	12,020
55				24,010	21,905	20,193	18,761	17,540	16,484	14,737
60				30,00	27,08	24,792	22,918	21,345	20,000	17,805
65				37,58	33,36	30,23	27,75	25,72	24,01	21,259

Abscissen.	120	130	140	150	160	170	180	190	200	250
5	0,104	0,096	0,089	0,083	0,078	0,074	0,069	0,066	0,063	0,050
10	0,417	0,385	0,358	0,334	0,313	0,294	0,278	0,263	0,250	0,200
15	0,941	0,868	0,806	0,752	0,705	0,663	0,626	0,593	0,563	0,450
20	1,678	1,548	1,436	1,339	1,255	1,181	1,115	1,056	1,003	0,801
25	2,633	2,427	2,250	2,098	1,965	1,848	1,745	1,652	1,569	1,253
30	3,810	3,509	3,252	3,031	2,838	2,668	2,518	2,383	2,263	1,807
35	5,218	4,800	4,446	4,140	3,875	3,642	3,436	3,252	3,086	2,462
40	6,863	6,307	5,836	5,432	5,081	4,773	4,501	4,258	4,041	3,221
45	8,757	8,037	7,429	6,909	6,458	6,064	5,716	5,406	5,128	4,083
50	10,913	10,000	9,233	8,579	8,013	7,519	7,084	6,697	6,351	5,051
55	13,346	12,208	11,256	10,447	9,750	9,143	8,609	8,135	7,711	6,125
60	16,077	14,674	13,509	12,523	11,676	10,940	10,294	9,722	9,212	7,307
65	19,129	17,417	16,004	14,815	13,798	12,917	12,146	11,464	10,857	8,598
70	22,532	20,455	18,756	17,335	16,125	15,081	14,169	13,365	12,650	10,000
75	26,33	23,82	21,784	20,096	18,667	17,439	16,369	15,429	14,595	11,515
80			25,11	23,11	21,536	20,000	18,755	17,663	16,697	13,146
85			—	—	—	—	21,334	20,074	18,961	14,894
90			32,76	30,00	27,71	25,78	24,12	22,67	21,394	16,762
95			—	—	—	—	—	—	—	18,753
100			42,02	38,20	35,10	32,52	30,33	28,45	24,79	20,871

Abscissen	Ordinaten für einen Halbmesser von:									
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
10	0,167	0,125	0,100	0,083	0,072	0,062	0,056	0,050	0,045	0,042
20	0,667	0,500	0,400	0,333	0,286	0,250	0,222	0,200	0,182	0,167
30	1,504	1,127	0,901	0,750	0,643	0,563	0,500	0,450	0,409	0,375
40	2,679	2,005	1,603	1,335	1,144	1,001	0,889	0,800	0,728	0,667
50	4,196	3,137	2,506	2,087	1,788	1,564	1,390	1,251	1,137	1,042
60	6,061	4,526	3,613	3,008	2,576	2,253	2,002	1,802	1,638	1,501
70	8,281	6,173	4,924	4,097	3,509	3,068	2,726	2,453	2,230	2,043
80	10,863	8,082	6,442	5,357	4,586	4,010	3,563	3,205	2,913	2,670
90	13,818	10,256	8,167	6,789	5,810	5,079	4,511	4,058	3,688	3,380
100	17,157	12,702	10,102	8,392	7,180	6,275	5,573	5,013	4,555	4,174
110	20,894	15,422	12,250	10,170	8,697	7,599	6,747	6,068	5,514	5,052
120	25,05	18,424	14,614	12,123	10,362	9,051	8,036	7,226	6,565	6,015
130	29,63	21,71	17,196	14,253	12,177	10,633	9,438	8,486	7,709	7,062
140	34,67	25,30	20,000	16,562	14,143	12,345	10,956	9,848	8,946	8,195
150	40,19	29,19	23,03	19,053	16,260	14,188	12,588	11,314	10,275	9,412
160	46,23	33,39	26,29	21,727	18,531	16,163	14,336	12,883	11,699	10,715
170	52,82	37,92	29,79	24,59	20,957	18,271	16,201	14,556	13,216	12,103
180	60,00	42,79	33,52	27,64	23,54	20,513	18,184	16,333	14,827	13,577
190	67,84	48,01	37,51	30,88	26,28	22,89	20,284	18,216	16,533	15,137
200	76,39	53,59	41,74	34,31	29,18	25,40	22,50	20,204	18,335	16,784
210			46,24	37,95	32,24	28,05	24,84	22,30	20,231	18,518
220			51,00	41,79	35,47	30,84	27,30	24,50		20,339

Abscissen	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2500	3000
10	0,038	0,036	0,033	0,031	0,029	0,028	0,026	0,025	0,020	0,017
20	0,154	0,143	0,133	0,125	0,118	0,111	0,105	0,100	0,080	0,067
30	0,346	0,321	0,300	0,281	0,265	0,250	0,237	0,225	0,180	0,150
40	0,616	0,572	0,533	0,500	0,471	0,444	0,421	0,400	0,320	0,267
50	0,962	0,893	0,834	0,781	0,735	0,695	0,658	0,625	0,500	0,417
60	1,385	1,286	1,200	1,125	1,059	1,000	0,948	0,900	0,720	0,600
70	1,886	1,751	1,634	1,532	1,442	1,362	1,290	1,225	0,980	0,825
80	2,464	2,288	2,135	2,001	1,883	1,779	1,685	1,601	1,280	1,067
90	3,119	2,896	2,702	2,533	2,384	2,251	2,133	2,026	1,621	1,350
100	3,852	3,576	3,337	3,128	2,944	2,780	2,633	2,502	2,001	1,667
110	4,662	4,328	4,039	3,786	3,563	3,364	3,187	3,027	2,421	2,017
120	5,550	5,152	4,808	4,506	4,242	4,004	3,793	3,603	2,882	2,401
130	6,516	6,049	5,644	5,290	4,978	4,701	4,453	4,229	3,382	2,818
140	7,560	7,018	6,548	6,137	5,775	5,453	5,165	4,906	3,923	3,268
150	8,683	8,059	7,519	7,074	6,631	6,261	5,930	5,633	4,504	3,752
160	9,884	9,173	8,558	8,020	7,546	7,125	6,749	6,410	5,125	4,270
170	11,163	10,360	9,664	9,057	8,521	8,046	7,621	7,238	5,787	4,821
180	12,522	11,620	10,839	10,157	9,556	9,023	8,545	8,116	6,488	4,405
190	13,960	12,953	12,082	11,321	10,651	10,056	9,524	9,045	7,230	6,023
200	15,477	14,359	13,393	12,549	11,806	11,146	10,556	10,025	8,013	6,674
210	10,074	15,840	14,773	13,841	13,020	12,292	11,641	11,056	8,836	7,359
220	18,751	17,394	16,221	15,197	14,295	13,495	12,780	12,137	9,699	8,078
230	20,508	19,022	17,738	16,618	15,631	14,755	13,972	13,269	10,603	8,829
240		20,725	19,324	18,102	17,026	16,072	15,219	14,452	11,547	9,615
250			20,980	19,652	18,483	17,445	16,519	15,686	12,531	10,435
260				21,266	20,000	18,877	17,874	16,972	13,557	11,288
270						20,365	19,282	18,309	14,623	12,175
280							20,745	19,697	17,729	13,095
290								21,137	16,877	14,049
300									18,065	15,038
310									19,294	16,059
320									20,565	17,115

$$x = 15; y = \frac{15^2}{2.180} = \frac{225}{360} = 0{,}625 \text{ m}$$

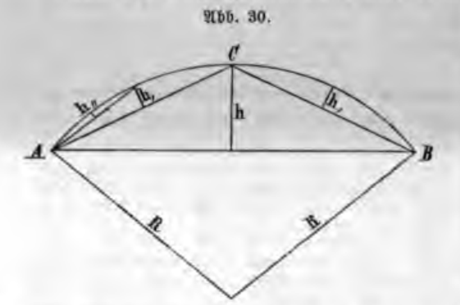
$$x = 20; y = \frac{20^2}{2.180} = \frac{400}{360} = 1{,}11 \text{ m}$$

u. s. w.

§ 10. Das vorstehend beschriebene Verfahren der Bogen-Absteckung zwischen 2 Geraden ist in manchen Fällen nicht anzuwenden, weil häufig die Ordinaten zu lang werden, oder die Puncte auf den Tangenten unzugänglich sind. Für die einfacheren Fälle wird man indessen damit auskommen, so daß die übrigen Methoden hier übergangen werden sollen. Es sei nur noch eine Art, welche bei sehr flachen Bogen anwendbar ist, erwähnt.

Sind die Anfangspuncte A und B und der Halbmesser R nebenstehender Abbildung eines flachen Bogens gegeben, so ist annähernd die Pfeilhöhe $h = \frac{(^1/_2\, AB)^2}{2R} = \frac{1}{8} \frac{AB^2}{R}$. Verbindet man nun A mit C so ist die Pfeilhöhe für die Sehnen AC und CB $= h_, = {}^1/_4\, h$; ebenso ist $h_{,,} = {}^1/_4\, h_,$ u. s. w. Man erhält auf solche Weise eine Anzahl Puncte, welche den Bogen ziemlich genau bestimmen. Sind also bei flachen Bogen Anfang, Ende und Mitte gegeben, so erhält man weitere Puncte des Bogens durch Halbiren der beiden Sehnen und Errichten von Senkrechten ($h_,$) gleich dem vierten Theil der Bogenhöhe (h).

Abb. 30.



Zur Ermittelung der seitlichen Ausbiegung der in den Bögen zu verlegenden Schienen ist die Formel $h = \frac{AB^2}{8R}$ gleichfalls gut geeignet. Ist z. B. AB = der Schienenlänge = 9 m und R = 250 m, so berechnet sich die Pfeilhöhe $h = \frac{9^2}{8.250} =$ 0,0405 m; bei R = 500 ist $h = \frac{9^2}{8.500} = 0{,}020$ m; R = 100(

$h = \frac{9^2}{8 . 1000} = 0,01$; $R = 1500$, $h = 0,007$; $R = 2000$, $h =$ 0,005 m u. s. w.

§ 11. Es kommt vor, daß der Halbmesser eines vorhandenen Bogens unbekannt ist und durch Messung gefunden werden soll. Annäherungsweise wird derselbe wie folgt bestimmt. Man stecke eine beliebige Sehne ab (Fig. 90 Tafel II) ab, halbiere dieselbe und errichte im Halbierungspunct c ein Loth cd. Bezeichnet man nun die Pfeilhöhe cd mit y, die halbe Sehne mit x und den Halbmesser mit R, so ist $R = \frac{x^2}{2y}$ (alle Maaße in Metern ausgedrückt).

Es sei z. B. die Sehne = 80 m und die Pfeilhöhe = 50 cm gefunden, dann ist

$$R = \frac{40^2}{2 . 0,5} = \frac{1600}{1} = 1600 \text{ m.}$$

§ 12. Es sei hier noch erwähnt, daß die Gefällwechsel auf den Eisenbahnen niemals plötzlich auftreten dürfen, sondern daß die verschiedenen Neigungen zur Gewinung sanfter Uebergänge stets mittelst möglichst schlanker in senkrechter Ebene gekrümmten Bögen abzurunden sind. Diese Bögen müssen mindestens einen Halbmesser von 2000 m, in Hauptbahnen für gewöhnlich von 10000 m haben; zwischen Gegengefällen und Gegensteigungen von 1 : 200 und darüber soll eine wagerechte Strecke von etwa 500 bis 600 m eingelegt werden. Das Abstecken der in senkrechter Ebene gekrümmten Kreisbögen ergiebt sich aus dem Vorhergehenden. Der Ausrundungshalbmesser = R pflegt gegeben zu sein und zwar gewöhnlich = 10000 m. Um die Entfernung vom Brechpunct bis zum Beginn der Ausrundnng = T zu bestimmen, muß man drei Fälle unterscheiden:

1) die Bahn geht aus der Wagerechten in die Neigung $\frac{1}{n}$ über; dann ist $T = \frac{R}{2} . \frac{1}{n}$ z. B. für $R = 10000$ m und für eine Neigung 1 : 100 wäre $T = \frac{10000}{2} . \frac{1}{100} = 50$ m;

2) die Bahn geht aus der Neigung $\frac{1}{n}$ in eine andere Neigung $\frac{1}{p}$ von gleichem Sinne über; dann ist

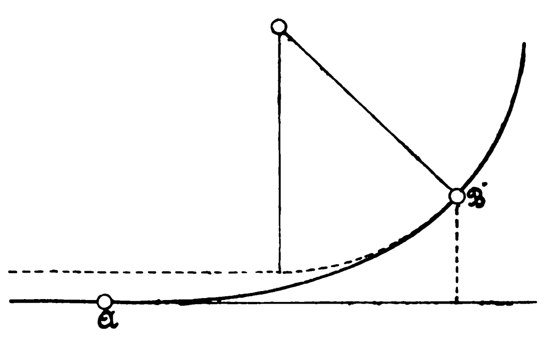
$T = \frac{R}{2} \cdot \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{p}\right)$ z. B. für $R = 10000$ m, für $n = 2$ und $p = 500$ wäre $T = \frac{10000}{2} \cdot \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{500}\right) = \frac{10000}{2}$ $\frac{3}{1000} = 15$ m;

3) die Bahn geht aus der Neigung $\frac{1}{n}$ in ei andere Neigung $\frac{1}{p}$ von entgegengesetztem Sinne üb dann ist $T = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{p}\right)$ z. B. für $R = 10000$, für $n = 1$ und $p = 200$ wäre $T = \frac{10000}{2} \cdot \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{200}\right) = 75$ m.

Hat man nach Vorstehendem den Tangentenpunct o Anfangspunct der Ausrundung bestimmt, so erfolgt die Bere nung der verticalen Ordinaten nach der Formel $y = \frac{x^2}{2r}$ t bei wagerecht liegenden Bogen.

§ 13. Auch der Uebergangsbögen bei Eisenbahn soll noch Erwähnung geschehen; diese haben den Zweck, ein allmählichen Uebergang aus der graden in die gekrümm Strecke zu veranlassen. Ein Fahrzeug, welches plötzlich aus d geraden Richtung in eine scharfe Krümmung übergeht, erleit stets einen Stoß. Durch Einlegen einer Parabelcurve a Uebergangscurve zwischen Grade und Kreisbogen wie in Abb. 3 durch die Linie A B dargestellt ist, erreicht man, daß d

Abb. 31.

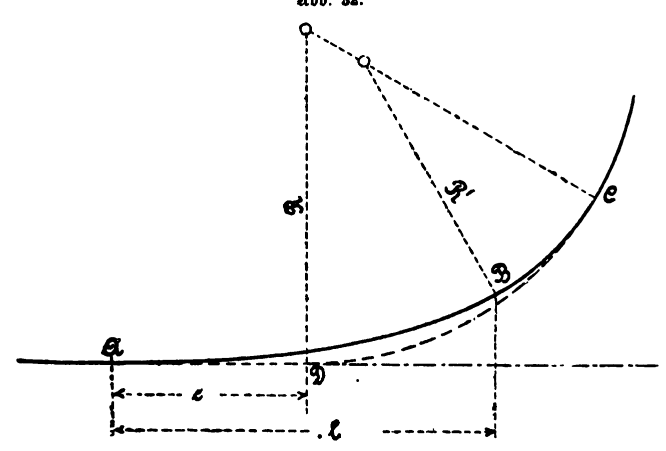


immung allmählich schärfer werdend sanft in den Kreisbogen rgeführt wird.

Da jedoch ein weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand hier ht möglich ist, so wird für diejenigen, welche denselben weiter folgen wollen, auf S. 14 u. f. des Taschenbuches zum Abken von Kreisbögen von O. Sarrazin und H. Oberbeck, rlin, Julius Springer, verwiesen und sei hier nur noch Einschaltung von Uebergangsbögen in bestehende Eisenhngleise kurz besprochen.

Diese Einschaltung geschieht in der Weise, daß der ursprünghe Bogen DC, Abb. 32, geändert wird, insofern als von C s B ein Bogen mit kleinerem Halbmesser R' hergestellt und eran von B bis A die allmählich flacher werdende Uebergangsie (Parabel) angeschlossen wird. In den folgenden Tabellen

Abb. 32.



sind die zur Absteckung derartiger Uebergangsbögen erforderlichen Zahlenwerthe zusammengestellt und möge zur Benutzung derselben noch Einiges bemerkt werden.

Vom Tangentenpuncte des Kreisbogens D messe man das Stück DA = c ab, womit man alsdann den neuen Tangentenpunct A erhält. Von hier aus wird unter Benutzung der Tabellenwerthe die Uebergangscurve festgelegt. Bei einem Halbmesser von R = 300 ist beispielsweise c = 18,49 m und bei einer Länge der Ordinate von 20 m der Abstand des neuen Bogens von den Geraden = 0,111; bei 30 m Abscissenlänge ist die Ordinate = 0,375 m und bei 84,62 m vom Punct A

entfernt läuft die Uebergangscurve wieder in den Kreisbogen von 300 m Halbmesser ein.

	R=300 c=18,49 e=41,38	R=400 c=13,62 e=32,0	R=500 c=10,96 e=32,0	R=600 c=9,18 e=20,87	R=700 c=8,40 e=20,00	R=800 c=8,51 e=25	R=900 c=8,60 e=20	[illegible]
10	0,014	0,014	0,014	0,014	0,013	0,011	0,010	[illegible]
20	0,111	0,111	0,111	0,111	0,103	0,039	0,078	[illegible]
30	0,375	0,375	0,374	0,356	bei 30,82	0,289	0,255	[illegible]
40	0,889	0,883	0,845	bei 39,32	=0,359	bei 32,36	bei 33,80	bei [illegible]
50	1,731	bei Abscisse	bei 44,4	=0,757		=0,356	=0,353	=0[illegible]
60	2,923	51,74	=1,120					
70	4,469	=1,820						
80	6,376							
84,62	7,380							

Man sieht aus der Tabelle, daß die Uebergangscurve bei größerem Halbmesser nur wenig von den Kreisbögen abweicht, so wenig, daß eine genaue Absteckung mit den gewöhnlichen Meßgeräthen kaum möglich ist. Ein practisch erfahrener Beamter wird auch in den seltensten Fällen bei größerem Halbmesser des Bogens noch einer Absteckung der Uebergangslinie bedürfen, sondern bei gutem Augenmaaß das Gleis ohne Weiteres so einrichten, daß ein sanfter Uebergang aus der Graden in den Bogen erzielt wird. Dieserhalb ist von der Mittheilung der Ordinaten für Bögen mit größerem Halbmesser Abstand genommen.

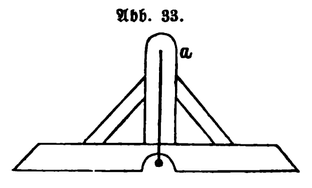
5. Das Nivelliren oder Höhenmessen.

§ 14. Um die Höhenlage einzelner Puncte einer Fläche zu einander zu bestimmen (Nivelliren), hat man Instrumente, mit denen man wagerechte Linien feststellen kann; mißt man die senkrechten Entfernungen der betreffenden Puncte von dieser Horizontal-Linie, so sind die Höhenunterschiede bestimmt. Instrumente, welche man zum Nivelliren anwendet, sind die Setzwage, die Canal- oder Wasserwage, die Libellenwage und das Nivellirinstrument.

1) Die Setzwage beruht darauf, daß ein frei herabhängendes Loth stets eine senkrechte Linie bildet, also eine Linie, welche stets winkelrecht zu der wagerechten steht. Zwei gut

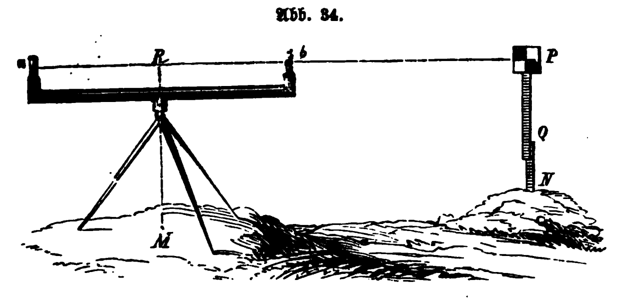
abgerichtete Lattenstücke werden in der in Abb. 33 angegebenen Weise genau winkelrecht zu einander befestigt und auf der mittleren eine Linie genau winkelrecht zu der Kante der unteren Latte aufgerissen. Im Puncte a wird ein Loth befestigt, dessen mit einem Gewicht versehenes Ende in der Aussparung der unteren Latte spielt. Daran, ob der Faden des Lothes genau auf der vorgezeichneten Linie einspielt, ist zu erkennen, ob die einzuwiegenden Puncte genau in der Wage liegen. Die Setzwage ist nur für geringe Entfernungen zu verwenden. Die Genauigkeit derselben wird durch Wind sehr beeinflußt und wird sie daher nicht viel mehr angewendet.

Abb. 33.



2) Die Canal- oder Wasserwage (Abb. 34) besteht aus einer $1^1/_2$—2 m langen Blechröhre, deren Enden rechtwinklig nach

Abb. 34.



oben umgebogen sind und die durchsichtige Glascylinder a und b tragen. Auf einer unter der wagerechten Röhre angebrachten Hülse kann das Instrument auf einen Holzstab oder auf ein Stativ gesetzt und so fest auf den Boden aufgestellt werden. Man füllt dann die Röhre bis in die Glascylinder hinauf mit Wasser, das etwas gefärbt ist. Nachdem das Wasser sich gehörig beruhigt hat, steht die Oberfläche desselben in den beiden Glasröhren genau in gleicher Höhe; es wird durch sie somit eine wagerechte Ebene aRb gebildet. Sieht man nun in der Höhe dieser Ebene an den Gläsern vorbei, so kann man in der Entfernung, auch beim Drehen der Röhre rundumsehend, alle die Gegenstände, welche in gleicher Höhe liegen, anmerken. Ueber das Verfahren beim Höhenmessen selbst s. § 15.

3) Die Libelle besteht aus einer Glasröhre, welche gebogen oder nach einem Kreisbogen innen hohl geschliffen ist. Fig. 35 giebt einen Längenschnitt einer geschliffenen Libelle. Wird ein solches Rohr mit einer leicht beweglichen Flüssigkeit (Alkohol oder Aether) so weit gefüllt, daß nur eine kleine Luftblase zurückbleibt, so hat die Luftblase stets das Bestreben, die am höchsten liegende Stelle im Rohre einzunehmen. Giebt man der Blase nun eine Einfassung von Metall oder Holz, der Art, daß die Luftblase genau in der Mitte des Rohres sich befindet, wenn die Einfassung auf einer wagerechten Fläche steht, so ist man in der Lage, mit dem Instrument andere Flächen oder einzelne Puncte in die Wage zu bringen. Fig. 36 zeigt die gewöhnliche Form der Libelle, wie sie bei Gleiseunterhaltungsarbeiten benutzt werden. Fig. 37 stellt eine solche mit Metalleinfassung und einer Einstellungsvorrichtung auf der linken Seite dar.

Abb. 35.

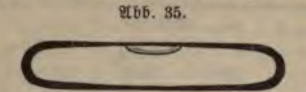


Abb. 36.



Abb. 37.



Um die Libelle darauf zu prüfen, ob sie genau richtig ist, wägt man mit ihr zunächst 2 Puncte ein, dreht sie dann um, so daß das linke Ende nach rechts kommt und sieht wieder zu, ob die Blase genau einspielt. Ist dieses der Fall, so ist die Libelle genau richtig. Geschieht dieses jedoch nicht, schlägt z. B. die Blase nach der Umsetzung der Libelle um 4 Striche nach einer Seite aus, so ist sie falsch und zwar um die **Hälfte** des Ausschlags. Man muß sie alsdann berichtigen, was dadurch geschieht, daß man an der seitlichen Schraube links Abb. 37 so dreht, daß die Blase um die Hälfte zurückgeht. Dann

wiegt man die Unterlagen von Neuem ein. Nach mehrmaligem Zurück- und Umsetzen, sowie Stellen an Schraube und Unterlage wird man die Libelle ganz genau bekommen.

4) Ein sehr einfaches und für den Bauplatz brauchbares Instrument ist in Abb. 38 dargestellt. Dasselbe besteht aus einer

Abb. 38.



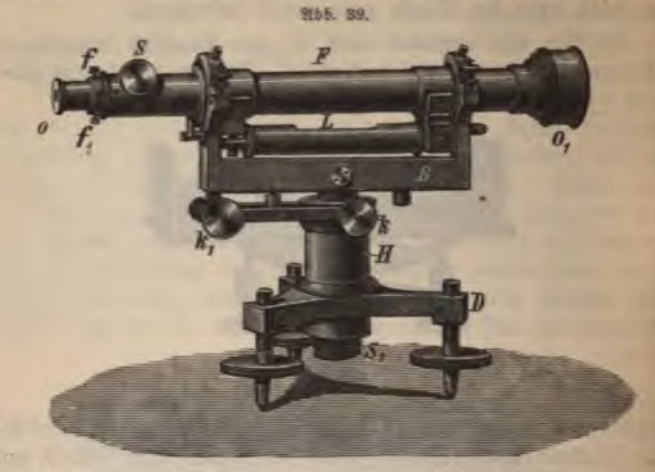
Libelle und einer darüber angebrachten Vorrichtung (Sehlinie) zum Fluchten und Ablesen. Das Instrument kann sowohl auf einen Stock gesteckt und durch Hinüber- oder Herüberneigen die Libelle zum Einspielen gebracht werden oder es wird mittels des vorhandenen Dreifußes auf einen Tisch oder ein Stativ gesetzt und durch die Stellschrauben eingestellt. Sobald man die Blase der Libelle genau in der Mitte hat, ist die Sehlinie wagerecht und man kann dann, indem man das Auge vor das kleine Loch rechts bringt und über die einspringende Ecke im Loch auf der linken Seite hinweg sieht, die Höhen einrichten oder ablesen.

5) Das Nivellir-Instrument.

Dasselbe ist im Wesentlichen dem vorigen Instrument gleich, nur daß an Stelle der beiden Oeffnungen zum Durchfluchten ein Fernrohr angebracht und im Uebrigen das Instrument sorgfältiger und genauer gearbeitet ist. Abb. 39 stellt ein Nivellir-Instrument mit drehbarem und umlegbarem Fernrohr dar, das in Ringlagern ruhend mit besonders einfacher Vorrichtung zum Berichtigen versehen ist. In Abb. 39 zeigt F das Fernrohr, an dem die Libelle L aufgehängt ist. Bei S befindet sich die Stellschraube des Fernrohrs, mit der das Fernrohr scharf eingestellt wird. Durch die Schrauben f f wird das Fadenkreuz im Innern des Fernrohrs festgehalten und auch richtig gestellt. Bei O befindet sich das Ocularglas und bei O_1 das Objectiv. Das Fernrohr mit Libelle ist in zwei

Stützen gelagert, die an dem Balken B sitzen. Dieser Balke trägt eine senkrechte Achse, welche in der Hülse H steckt, und u

Abb. 39.



welche der Balken mit dem Fernrohr und der Libelle im Kreise herumgedreht werden kann. K ist eine Klemmschraube und K[1] eine Stellschraube, durch die der Balken B und somit das Fernrohr festgeklemmt und eingestellt werden kann. Unterhalb der Hülse H befindet sich der Dreifuß D mit den 3 Stellschrauben, welche dazu dienen, das Instrument genau wagerecht zu stellen. Bei S' befindet sich endlich ein Schraubengewinde, an dem das Instrument, nachdem es auf ein dreibeiniges Stativ gesetzt ist, festgeschraubt wird.

Die Wirkungs- und Arbeitsweise an dem Nivellir-Instrument beruht ebenfalls darauf, daß die Sehlinie des Fernrohrs genau wagerecht liegt, wenn die Libelle genau einspielt. Beim Einstellen wird wie folgt verfahren. Man stelle das Fernrohr zunächst genau über eine Schraube des Dreifußes und bringe dann die Libelle zum Einspielen. Dann drehe man das Fernrohr und die Libelle mit dem Träger B um einen rechten Winkel so, daß sie senkrecht zur ersten Richtung stehen, und stelle die Blase mit den beiden andern Schrauben des Dreifußes ein. Dann drehe man das Fernrohr mit Libelle wieder in die erste Lagestelle und wiederhole dieses Verfahren so lange, bis die Blase unverändert stehen bleibt. Darauf sehe man durch das Fernrohr, richte ein und lese ab, wie weiter unten

beschrieben ist. Um sich davon zu überzeugen, daß das Instrument, im Besonderen die Libelle, auch richtig ist, drehe man den Balken mit Fernrohr und Libelle auch mal um 180°. Bleibt dann die Blase in der Mitte oder weicht sie nur wenig ab, so ist die Libelle richtig, wenn nicht, so sind Fehler vorhanden und muß dann das Instrument berichtigt werden. Eine Beschreibung dieses Berichtigungsverfahrens würde hier zu weit führen.

Abb. 40.

6) Die Nivellirlatte.

Die Nivellirlatte dient dazu, die Höhen an den einzuwiegenden und aufzumessenden Puncten abzulesen. Dieselbe besteht aus einer starken 2—5 m langen Latte, die aus einem Stück oder aus mehreren in einander schiebbaren Theilen besteht und welche in Metermaaß deutlich und weithin sichtbar eingetheilt ist. Abb. 40 stellt eine solche Latte dar. Dieselbe ist von Centimeter zu Centimeter durch rothe und schwarze Striche, von Decimeter zu Decimeter wechselnd, auf weißem Grunde deutlich erkennbar getheilt und wie Abb. 40 angiebt, beschrieben: Die Schrift ist *verkehrt* ausgeführt, so daß die Zahlen auf dem Kopfe stehen. Es hat dieses seinen Grund darin, daß man sog. astronomische Fernrohre verwendet, durch die man alle Gegenstände verkehrt, also was oben ist, unten, was rechts ist, links sieht. Um Irrthümer beim Ablesen zu vermeiden, hat man deshalb die Zahlen auf die Latten verkehrt aufgeschrieben. Das Ablesen auf der Latte wird in der Weise bewirkt, daß man die Zahl abliest, auf der der wagerechte Faden des Fadenkreuzes steht. Steht zum Beispiel der Faden an der mit x bezeichneten Stelle, so liest man ab = 0,26.

§ 15. Ueber die Ausführung der Höhenmessung selbst sei Folgendes bemerkt:

Mit der Setzwage nivellirt man nur kurze Strecken ab und verfährt dabei, wie folgt. Es sei der Höhenunterschied von A auf B (Abb. 41) zu bestimmen: Man setzt bei A an, bringt das Loth zum Einspielen und mißt das Maaß h, um wie viel m' tiefer liegt, dann fährt man in gleicher Weise fort und erhält schließlich durch *Summiren der einzelnen* Unterschiede ($h_I + h_{II}$

— $\mathfrak{h}_{III}$ — $\mathfrak{h}_{IV}$) das Endergebniß. Beim Nivelliren mit den übrigen Instrumenten gilt als Regel, sich möglichst in der Mitte zwischen

Abb. 41.



den einzunivellirenden Puncten aufzustellen, da dann etwaige Fehler des Instruments nicht zur Geltung kommen, auch die Genauigkeit bei der Ablesung für beide Richtungen dieselbe ist. Man vermeide es möglichst gegen die Sonne zu sehen, auch lasse man keine Sonnenstrahlen auf die Libelle fallen und die Latte stets so stellen, daß sie gut beleuchtet ist. Haupterforderniß ist ferner, daß die Latte genau lothrecht gehalten wird und zwar in beiden Richtungen. Andernfalls liest man zu große Werthe ab und erhält ein ungenaues Endergebniß. Der Vorsicht halber läßt man den Gehülfen die Latte vorn über und zurück bewegen und liest dabei den kleinsten Werth ab. Es möge jetzt an einem Beispiel das Verfahren selbst erläutert werden.

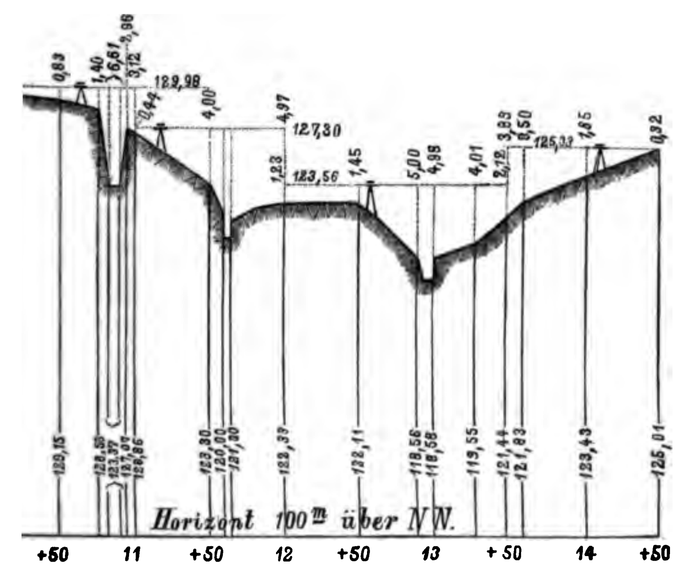
Es sei zu ermitteln, wie viel der Punct b (Fig. 91 Tafel II) höher liegt als a. Da der Höhenunterschied augenscheinlich zu groß, auch die Entfernung zu weit ist, um mit einer Aufstellung des Instruments auszukommen, so richtet man sich zu zwei Aufstellungen ein, indem man einen dazwischen liegenden Punct d als Wechselpunkt ins Auge faßt. Nachdem das Instrument möglichst genau in der Mitte zwischen a und d bei c aufgestellt und es ordnungsmäßig und genau wagerecht gestellt ist, auch die Latte am Puncte a Aufstellung genommen hat, liest man das Maaß af ab und notirt es. Dann begiebt sich der Mann mit der Latte nach d, um sie hier auf einem gehörig fest eingeschlagenen Pfahle oder sonst festen Puncte aufzustellen. Hat man z. B. das Maaß af = 1,89 m abgelesen, so heißt das: Die Visirlinie oder das Fadenkreuz des Fernrohrs liegt 1,89 m höher, als der Punct a. Liest man nun dg z. B. = 1,35 m ab, so bedeutet dieses, daß der Pfahlkopf bei d 1,35 m tiefer liegt, als die Visirlinie. Durch Abziehen ergiebt sich, daß Punct d um 1,89 — 1,35 = 0,54 m höher liegt als Punct a. Nach der Ablesung des Maaßes dg wird das Instrument

tellt, während die Latte bei d stehen bleibt. Den neuen punct des Instruments wählt man wieder in der Mitte en d und b, also bei e, stellt wieder genau ein und liest st rückwärts ab. Es werde hd = 4,56 m abgelesen, d. h. das Fadenkreuz liegt 4,56 m höher als Punct d. Da die des Punctes d zu 0,54 m höher als Punct a ermittelt so liegt das Fadenkreuz der neuen Aufstellung 0,54 + 4,56 .10 m höher als Punct a. Zuletzt begiebt sich die Latte Punct b, wo das Maaß bi z. B. = 0,31 m abgelesen wird. Höhe des Punctes b über a erhält man, wenn man die Ablesung 0,31 von 5,10 der Höhe des Fadenkreuzes ab- zu 5,10 — 0,31 = 4,79 m.

Ueber die Art und Weise der Ausführung eines größeren gen-Nivellements und die zweckmäßige Buchführung möge endes Beispiel zur Erläuterung dienen.

Es soll das in Abb. 42 im Längenschnitt dargestellte Ge- e aufgemessen werden. Bei solchen rasch wechselnden Höhen

Abb. 42.



sich die Regel, das Instrument stets in der Mitte der selpuncte aufzustellen, nicht durchführen und muß man daher einem vollständig genauen Instrument arbeiten. Das

Nivellement werde in Stat. 10, dessen Höhenlage = 129
bekannt ist, begonnen und das Instrument zwischen S
10 + 50 und 11 an der bezeichneten Stelle aufgest
Die Buchführung ist in der folgenden Tabelle angege

Station	Rück-wärts	Vor-wärts	Zwischen-Puncte	Horizont	Höhe	Be-merkun
10	0,62			129,98	129,36	
+50			0,83		129,15	
+75			1,40		128,58	
+82 +90			6,61		123,37	Weg
+93			2,96		127,02	
11	0,44	3,12		127,30	126,86	
+50			4,00		123,30	
+60			7,30		120,00	Grab Soh
+65			6,00		121,30	Kant
12	1,23	4,97		123,56	122,33	
+50			1,45		122,11	
+90			5,00		118,56	Uferka
13			4,98		118,58	
+28			4,01		119,55	
+50	3,89	2,12		125,33	121,44	
+62			3,50		121,83	
14			1,85		123,48	
+50		0,32			125,01	
	6,18	10,53				
	—4,35					

Dieselbe enthält in der ersten Reihe die Bezeichnung der an
wogenen Stationen und sonstigen Puncte, in der zweiten
Rückwärts-, in der dritten die Vorwärts-Ablesung, d. h. also
Ablesungen, welche beim Wechsel der Aufstellung des Instrume
erhalten werden. In einer folgenden Reihe sind die Zwisch
puncte, welche auf die Gesammt-Nivellements-Berechnung o
Einfluß sind, aufgeführt. Eine weitere Reihe enthält den
rizont, d. i. die jedesmalige Höhe der Sehlinie bezw. des Fad
kreuzes und endlich die folgende Reihe die ermittelte Höhe.
einer letzten Reihe ist Platz für Bemerkungen gelassen, f

m nicht, was vorzuziehen ist, die ganze rechte Seite des Buches **r Bemerkungen** und Skizzen sich offen halten will. Eine **itere Erläuterung** dürfte kaum nöthig sein, wenn für den **nfang hinzugefügt** wird, daß die Ablesung am Punct 10 = 0,62, **mit die Höhe des** Fadenkreuzes (der Horizont) der ersten Auf- **ellung** = 129,36 + 0,62 = 129,98 beträgt. Die Ablesungen **nd quer** über das Profil übergeschrieben, also z. B. 0,83 für **0 + 50;** 1,40 für 10 + 75 u. s. w. Am Puncte 11 ist die **orwärts**-Ablesung = 3,12, die Rückwärts-Ablesung von der **weiten** Aufstellung aus = 0,44. Beide Ablesungen sind der **aumersparniß** und besseren Uebersicht wegen in dieselbe Reihe **eschrieben.** Die weitere Berechnung dürfte sich hiernach, sowie **ach dem** voraufgeführten Beispiel von selbst erläutern.

VI. Baumaterialien.

1. Bauholz.

§ 1. Bei jedem Baumstamm unterscheidet man Rinde, Holz und Mark. Die Rinde umkleidet den Stamm, das Holz bildet den festen und größten Theil des Stammes und das Mark nimmt das Innerste des Holzes ein. Die Holzsubstanz besteht aus Bündeln von Fasern. Durch das im Winter unterbrochene Wachsthum entstehen die Jahresringe, welche bei einem quer durchschnittenen Stamm je nach der Festigkeit des Holzes mehr oder weniger sichtbar sind und nach denen man das Alter der Bäume auszählen kann. Je näher das Holz der Rinde ist, desto saftiger und weniger fest ist dasselbe. In Bezug auf Festigkeit des Holzes unterscheidet man beim Baumstamm das Kernholz und das Splintholz; das letztere liegt näher gegen die Rinde, hat eine hellere Färbung und ist weniger fest und haltbar als das Kernholz.

§ 2. Je mehr die Jahresringe des Holzes sich einander nähern, desto fester und haltbarer ist das Holz; zeigen sich zwischen den Jahresringen Risse, so ist das Holz kernfaul oder kernschälig. Die Dauer des Bauholzes ist abhängig von der Festigkeit, von den wechselnden Feuchtigkeitsgraden und von den im Holz zurückbleibenden Saftbestandtheilen. Bauholz, welches abwechselnd naß und trocken wird, hat nur eine verhältnißmäßig

geringe Dauer. Bauhölzer, welche beständig im Wasser liegen, haben eine sehr große Dauer. Wenn die im Bauholz zurückgebliebenen Saftbestandtheile in Gährung gerathen, so zerstören sie den Zusammenhang der Holzfasern und es tritt Fäulniß ein. Es ist daher für gutes Austrocknen des Holzes vor der Verwendung zu sorgen. Selbst bei Bauhölzern, welche im Winter gefällt sind, daher wenig oder gar keinen Saft enthalten, muß man noch vorsichtig zu Werke gehen, daß die Feuchtigkeit im Holze nicht in Gährung geräth. Mittel zur Erhaltung des Holzes sind folgende:

1) Austrocknen auf gewöhnlichem Wege. Dies geschieht, wenn man die Rinde abschält und das Holz so legt, daß die Luft dasselbe möglichst ganz umstreichen kann. Nässe und Sonnenschein sind schädlich, weil dadurch ein Aufreißen des Holzes hervorgerufen wird.

2) Austrocknen durch künstliche Mittel in Trockenkammern.

3) Auslaugen der Hölzer entweder dadurch, daß das Holz im Flußwasser liegt, oder, wenn es von geringen Abmessungen ist, durch kochendes Wasser oder durch Dampf in besonderen Gefäßen.

4) Tränken der Hölzer mit Flüssigkeiten, welche die Fäulniß verhindern (Chlorzink oder Creosot).

§ 3. Das Holz verändert, je nachdem es trocken oder naß ist, seinen Rauminhalt, und zwar ist der Unterschied um so größer, je weiter die einzelnen Jahresringe des Holzes von einander entfernt sind oder je weniger dicht das Holz ist. Das Werfen, Aufreißen und Schwinden des Holzes hat hierin seinen Grund. Aus derselben Veranlassung ziehen sich Bretter, welche nicht trocken sind, krumm, und zwar wird diejenige Seite der Bretter hohl, deren Fasern der Rinde des Baumstammes am nächsten waren. Man verwendet aus diesem Grunde zu Fußböden und Bekleidungen möglichst schmale Bretter.

§ 4. Dem Vorstehenden nach wirkt der Wechsel von Trockenheit und Nässe in jeder Beziehung schädlich auf das Bauholz. Es ist daher zweckmäßig, die bereits verwandten Bauhölzer gegen diesen Einfluß zu schützen. Ein Mittel hiergegen ist das im § 2 angeführte Tränken des Holzes; ein ferneres Mittel ist der Anstrich mit Oelfarbe, heißem Theer, schwedischer Farbe, heißem Leinöl, Carbolineum u. s. w.

§ 5. Man unterscheidet Nadelhölzer und Laubhölzer. Unter den Nadelhölzern ist es die Kiefer und Fichte, unter

Laubhölzern die Stein=Eiche, welche vorzugsweise als
ıholz verwandt werden.

2. Bausteine.

§ 6. Es giebt natürliche oder gewachsene und künst=
ʒe Steine. Die natürlichen Steine kann man eintheilen in
Thon= und Talkgesteine, 2) Kalksteine, 3) Funken=
bende Steine. Zu 1 gehören Schiefer, Basalt, Serpentin,
eckstein u. s. w.; zu 2 gehören Kalk, Marmor, Gyps Alabaster,
s. w.; zu 3 gehören Sandstein, Quarz, Feuerstein, Granit
s. w. Die Steine unter 1 und 3 brausen in Säuren (s.
15 der Naturwissenschaft) nicht auf; die Steine unter 2 zerfallen
eder in 2 Klassen: in die Kalksteine, welche in Säuren auf=
ausen und in gipsartige Steine, welche nicht in Säuren auf=
ausen. Bei der Auswahl der Bausteine hat man darauf zu
ten, daß die Steine genügende Festigkeit haben und daß die=
ben wetterbeständig und unter Umständen auch feuerbe=
ndig sind.

Der Form nach unterscheidet man die natürlichen Bausteine
Feldsteine oder Findlinge, Bruchsteine und Hausteine,
n denen die letzteren durch Bearbeitung eine regelmäßige
estalt erhalten. Die Feldsteine findet man in verschiedener
röße, vielfach so groß, daß man dieselben vor dem Gebrauch
rch Spalten oder Sprengen verkleinern muß. Bruchsteine
nnt man Trümmer von Gebirgsmassen, dieselben haben eine
rregelmäßige Gestalt und werden namentlich ohneweitere Be=
beitung zu Fundamenten benutzt.

§ 7. Die künstlichen Steine zerfallen hauptsächlich in
ebrannte und Luftsteine, beide werden aus Lehm geformt,
ie ersteren in Ziegelöfen hart gebrannt, die letzteren an der
uft getrocknet. Die gebrannten Steine nennt man Ziegel=
der Mauersteine. Die Beschaffenheit derselben ist sehr ver=
chieden, je nachdem sich die Thonart zur Ziegelfabrikation eignet.
in guter Ziegel muß auch im Winter der Einwirkung der
ässe und des Frostes widerstehen, er darf daher nicht rissig
ein und keine fremden Bestandtheile enthalten. Beim Anschlagen
uß derselbe einen hellen Klang geben, beim Zerhauen ein
leichmäßiges Gefüge zeigen und scharfkantig brechen. Je nach
er Härte der Ziegel unterscheidet man harte, mittlere und blasse
Ziegel. Ziegel, welche möglichst feuerbeständig sein sollen,
erden aus feuerfestem Thon hergestellt und Chamottesteine

genannt. Der Form nach unterscheidet man gewöhnliche Mauersteine, Dachziegel und Formsteine. Die Mauersteine und Formsteine werden auch in der Weise angefertigt, daß im Innern hohle Räume entstehen; solche Ziegel heißen Hohlziegel und haben den Vortheil, daß sie, gleichmäßig gebrannt, leicht und durch die in ihnen befindliche Luft schlechte Wärmeleiter (s. § 21 der Naturwissenschaft) sind. Die gewöhnlichen Mauersteine sind 25 cm lang, 12 cm breit und 6,5 cm dick. Werden dieselben geformt, so sind diese Maaße größer zu nehmen, weil jeder Ziegel durch das Brennen kleiner wird oder schwindet; man muß zuvor das Schwindmaaß durch Versuche feststellen, da es bei verschiedenen Thonarten und je nach der Stärke des Brandes verschieden ist. Die Dachziegel (flache) sind meistens 365 mm lang, 155 mm breit und 12 mm dick.

Die Luftziegel verwendet man vorzugsweise nur im Innern der Gebäude.

3. Die Verbindungsmaterialien.

§ 8. Der Thon ist in seiner Farbe sehr verschieden, er wird mit Wasser angefeuchtet sehr schlüpfrig und bildet dann eine formbare Masse. Der Lehm, der gleichfalls knetbar ist, unterscheidet sich vom Thon durch seinen Gehalt an feinem Sand, sowie durch seine chemische Zusammensetzung; er giebt das Wasser leichter ab als der Thon und schwindet auch nicht so sehr beim Trocknen. Diese Verbindungsmaterialien werden zum Vermauern von Steinen an solchen Stellen benutzt, welche der Wirkung des Feuers ausgesetzt sind, sowie zum Vermauern der Luftziegel; in gutem Mauerwerk und bei Außenwänden dürfen sie aber nicht verwendet werden, weil sie der Witterung nicht widerstehen können und nicht hart werden.

§ 9. Der Kalk wird aus Kalksteinen gewonnen, wenn man diese einer starken Glühhitze aussetzt; es wird hierdurch die Kohlensäure (s. § 15 der Naturwissenschaft) und der Wassergehalt ausgetrieben. Ist die Hitze zu stark, so erfolgt ein Todtbrennen und der Kalk ist zum Mörtel nicht mehr zu verwenden. Der gebrannte Kalk, Aetzkalk genannt, muß namentlich vor feuchter Luft geschützt oder besser bald nach dem Brennen gelöscht werden. Gießt man etwas Wasser auf den gebrannten Kalk, so zerfällt derselbe unter starker Hitzeentwickelung in Staub, setzt man noch mehr Wasser hinzu, so entsteht eine breiartige Masse, gelöschter Kalk; und diesen kann man durch noch mehr Wasser

in Kalkmilch verwandeln. Den gelöschten Kalk muß man ebenfalls vor Luftzutritt bewahren, wenn er nicht bald verwandt wird; es geschieht dies zweckmäßig, wenn man denselben in Gruben einlöscht und mit Erde bedeckt. Je nach der chemischen Zusammensetzung der Kalksteine erhält man Kalk von verschiedener Beschaffenheit. Man unterscheidet vorzugsweise hydraulischen Kalk und nicht hydraulischen Kalk; der erstere erhärtet unter Wasser und wird zu Wasserbauten benutzt, der andere wird vorzugsweise bei Hochbauten gebraucht; durch gewisse Zusätze (Ziegelmehl, Traßmehl) kann man indessen den letzteren Kalk ebenfalls hydraulisch machen. Den nicht hydraulischen Kalk nennt man auch fetten Kalk, derselbe vermehrt beim Löschen sein Volumen, das Gedeihen des Kalkes; 1 l gebrannter Kalk giebt 1,7 bis 2 l gelöschten Kalk. Will man den gelöschten Kalk als Bindemittel verwenden, so stellt man Mörtel aus demselben her, indem man zu 1 Theil gelöschten Kalk 2 bis 3 Theile Sand hinzusetzt und diese Mischung mit Wasser zu Brei rührt. Je nach der Verwendung des Mörtels nimmt man gröberen oder feineren Sand. Ein Gemenge von Thon und Kalk erhärtet unter Wasser, wenn in dem Gemenge noch Kieselsäure (s. § 17 der Naturwissenschaft) enthalten ist; man stellt daher auf künstlichem Wege vielfach solchen Mörtel her; diese mageren Kalke nennt man Cemente. Es giebt natürliche und künstliche Cemente. Cementmörtel darf immer nur in geringen Mengen angerührt werden, weil derselbe zu rasch erhärtet. Da die hydraulischen (thonhaltigen) Kalke unter Wasser erhärten, so darf man sie nicht naß löschen, sondern man legt den gebrannten Kalk in kleine Haufen, bedeckt diese mit Sand und gießt nur wenig Wasser mit der Brause darüber; der Kalk zerfällt dann in ein feines Pulver, das man trocken mit 2—3 Theilen Sand mischt, und dann mit Wasser zu Mörtel anmacht. Dieser trocken gelöschte hydraulische (magere) Kalk muß binnen 24 Stunden nach dem Löschen verwendet sein, während der naß gelöschte Fettkalk wochenlang mit Sand bedeckt in der Grube stehen kann, ohne zu verderben.

§ 10. Durch Brennen des Gipssteines erhält man den gebrannten Gips; der Gipsstein verliert bei diesem Vorgange sein Krystallwasser; ist die Gluth zu stark, so erhält man todtgebrannten Gips, der nicht mehr bindet. Der gebrannte Gips hat ein großes Bestreben, sein Krystallwasser aus der Luft wieder aufzusaugen, er muß daher vor Luft möglichst geschützt werden.

Bevor der gebrannte Gips als Bindemittel verwandt wird, muß er zu Mehl gemahlen werden. Gips mit Wasser angerührt, erhärtet sehr rasch; man darf daher nur sehr kleine Mengen Gipsmörtel zur Zeit herstellen. Der Gips darf nur an solchen Stellen verwandt werden, welche gegen Feuchtigkeit geschützt sind. Er wird theils für sich allein, theils als Zusatz zum Kalkmörtel, theils mit Sand vermischt gebraucht.

4. Metalle.

§ 11. Die Metalle sind einfache Stoffe (s. § 14 der Naturwissenschaft) und zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus. Dieselben sind undurchsichtig, glänzend, im Wasser unlöslich, in der Hitze schmelzbar und leiten die Wärme gut; der größte Theil ist geschmeidig, läßt sich walzen und zu Draht ausziehen, einige sind spröde und zerspringen leicht. Eisen und Platin werden weich, ehe sie schmelzen; diese lassen sich daher schweißen, d. h. sie lassen sich erhitzt durch Hämmern gewissermaaßen zusammenkneten. Die meisten Metalle verbinden sich mit einander; diese Verbindungen heißen Legirungen.

§ 12. Das wichtigste Metall für den Techniker ist das Eisen; dasselbe wird durch Hitze aus Eisenerz gewonnen. Das Eisenerz ist ein Gemisch aus Eisen, Kohlenstoff (s. § 18 der Naturwissenschaft), Mangan, Schwefel, Phosphor u. s. w. Je nach der Menge des Kohlenstoffs, welchen das Eisen enthält, unterscheidet man Gußeisen, Stahl- und Schmiedeeisen. Das Gußeisen oder Roheisen erhält man durch Schmelzen der Eisenerze; es enthält am meisten Kohlenstoff, ist spröde, schweißt nicht, und schmilzt verhältnißmäßig leicht, rostet aber wenig. Das Schmiedeeisen enthält am wenigsten Kohlenstoff und wird aus Roheisen dadurch gewonnen, daß man demselben Kohlenstoff entzieht; es ist schwerer schmelzbar und läßt sich schweißen; es rostet leicht. Der Stahl enthält weniger Kohlenstoff als Roheisen, dagegen mehr als Schmiedeeisen; er verbindet in sich die Eigenschaften des Roheisens und des Schmiedeeisens mehr oder weniger, je nach seiner Menge Kohlenstoffs.

§ 13. Das Gußeisen zerfällt nach der Farbe seines Bruch[es] in weißes und graues; das weiße ist sehr spröde und für de[n] Guß nicht geeignet. In Bezug auf die Arten des Gusses unte[r]scheidet man Heerdguß und Kastenguß; die Formen de[s] Heerdgusses werden aus Formsand in der Weise hergestellt, da[ß] die obere Seite offen bleibt; dieser Guß ist leichter herzustelle[n]

der nicht so fein als der Kastenguß, dessen hohle Form nach allen Seiten begrenzt ist. Das Gußeisen muß sehr dünnflüssig sein, damit es die Formen vollständig ausfüllt, nach dem Guß aber ein dichtes Gefüge ohne Blasen haben. Beim Erstarren zieht sich das Gußeisen zusammen, es schwindet; da nun diejenigen Stellen der Formen, welche von geringerem Querschnitt sind, also weniger Guß enthalten, rascher erstarren als andere Stellen, welche mehr Guß enthalten, so tritt häufiger durch schnelles Abkühlen ein Werfen und Reißen des Gusses ein. Aus diesem Grunde ist es schwierig, ein Gußstück, welches an mehreren Stellen wesentlich verschiedene Eisenmassen enthält, ohne Risse herzustellen.

Da Gußeisen spröde ist, so wird es vorzugsweise dann angewandt, wenn es einem senkrechten Druck widerstehen soll (Pfeiler, Säulen u. s. w.).

§ 14. Um Roheisen in Schmiedeeisen zu verwandeln, nimmt man in Frischheerden oder in Puddelöfen den sogenannten Frischproceß vor, indem man durch starke Hitze und Kneten des weichen Eisens den Kohlenstoff und die fremden Beimengungen entzieht. Das Schmiedeeisen ist weicher als Gußeisen und hat ein sehniges Gefüge, es darf nicht rothbrüchig sein, d. h. in der Rothglühhitze beim Biegen und Hämmern nicht brechen, auch nicht kaltbrüchig, d. h. in kaltem Zustande beim Bearbeiten nicht brechen; schwefelhaltiges Eisen läßt sich schwer schweißen und ist rothbrüchig; kaltbrüchiges Eisen enthält meist Phosphor. Das Schmiedeeisen kommt in sehr verschiedenen Formen vor, Quadrateisen, Rundeisen, Flacheisen, Winkeleisen, T-Eisen u. s. w., je nach der Form des Querschnitts benannt. Die Formen werden durch Walzen hergestellt. Das Schmiedeeisen wird vorzugsweise dort angewandt, wo es auf Zerreißen in Anspruch genommen wird.

Neuerdings wird das Schmiedeeisen statt durch Frischen viel durch Schmelzen des Gußeisens und Einblasen heißer Luft in Retorten hergestellt; es entsteht so das Flußeisen, von dem die früheren Stahlsorten nur Abarten bilden. Man unterscheidet daher jetzt häufig die 3 Classen

Gußeisen oder Roheisen,
Flußeisen oder Stahl,
Schweißeisen oder Schmiedeeisen.

§ 15. Die Darstellung des Stahles geschieht auf mehrfache Weise. Man bereitet Stahl aus Roheisen ebenfalls durch

den Frischproceß, ähnlich wie bei der Schmiedeeisenerzeugung, jedoch wird nicht so viel Kohlenstoff entzogen. Ferner gewinnt man Stahl aus Schmiedeeisen, indem man durch Glühen mit Kohlenpulver dem Schmiedeeisen Kohlenstoff zusetzt; man erhält hierdurch den sogenannten Cementstahl. Auch durch Zusammenschmelzen von Roheisen und Schmiedeeisen kann man Stahl erhalten; man nennt denselben Gußstahl.

Gußstahl erhält man auch durch Umschmelzen von Stahlsorten und endlich auch durch gewisse Behandlung des geschmolzenen Roheisens. Stahl ist härter als Schmiedeeisen, durch plötzliches Abkühlen des glühenden Stahls kann man den Grad der Härte vermehren. Der Stahl läßt sich schmieden, schweißen und strecken; ebenso der Gußstahl, wenn er nicht zu viel Kohlenstoff enthält.

§ 16. Der Gebrauch des Eisens in der Technik ist sehr mannigfaltig. Es soll hier speciell noch von den Eisenbahnschienen die Rede sein. Der Kopf der Schienen soll möglichst hart, der Fuß möglichst dehnbar sein. Die Schienen werden entweder wie bei Stahlschienen aus einem einzelnen Stücke gewalzt, oder es wird aus einzelnen Stäben ein Bund, Paquet, zusammengeschweißt und gewalzt. Die Stäbe, welche das Paquet bilden, werden so ausgewählt, daß sie ihrer Lage entsprechend die Bedingungen für den Kopf und Fuß möglichst erfüllen. Es werden also verschiedenartige Eisenstäbe zusammengeschweißt; die Folge hiervon ist, daß sich häufig diese verschiedenartigen Stäbe nicht gehörig verbinden und vorzugsweise die Kopfplatte sich ablöst; dies ist namentlich der Fall bei Schienen, deren Kopfplatte aus Stahl hergestellt ist. In neuerer Zeit werden fast sämmtliche Schienen nur aus Stahl mittelst des sog. Bessemer-Verfahrens hergestellt.

§ 17. Eisendraht kommt in verschiedenen Stärken vor; der Bruch muß zackig sein und darf bei ungeglühtem Draht erst erfolgen, wenn derselbe winkelrecht mehrfach hin und her gebogen ist. Der Draht wird nach Nummern in Ringen verkauft. 1 Ring Nr. 23 hat 280 m Draht 1,6 mm stark. 1 Ring Nr. 24 hat 375 m Draht 1,3 mm stark. Das Eisenblech wird aus weichem Eisen gewalzt oder gehämmert; dies sogenannte Schwarzblech leidet sehr vom Rost; aus diesem Grunde stellt man es auch verzinnt her und nennt es dann Weißblech. Noch besser als durch Verzinnung wird das Blech, wie alle Eisensorten, durch Verzinkung geschützt. Neuerdings sind mit dem Bower-Barffschen

Verfahren der Herstellung eines künstlichen Ueberzuges aus einer Verbindung mit Sauerstoff günstige Resultate erzielt.

§ 18. Blei wird aus Erzen gewonnen; man benutzt es zum Vergießen von Eisenwerk, zu Wasserleitungsröhren u. s. w. Man unterscheidet Muldenblei oder Gießblei, ferner Karnißblei, Fensterblei und Rollenblei. Letzteres wird besonders zu Dachdeckungen verwandt. Es giebt ferner Hartblei, welches nur zum Gießen gebraucht wird, und Weichblei.

Zinn ist härter als Blei; es dient zum Löthen der Klempnerarbeiten, sowie zum Verzinnen von Eisentheilen, um dieselben gegen Rost zu schützen.

Zink ist sehr spröde und bricht in Folge dessen leicht beim Biegen; durch die Temperatur wird es sehr ausgedehnt und auch wieder stark zusammengezogen; es wird zu Blech ausgewalzt, aber auch als Guß zur Herstellung von Ornamenten benutzt. Kommt es mit Eisen in feuchter Luft in Berührung, so wird es zerstört. Es wird zum Eindecken der Dächer, zu Röhren, zum Ueberzinken des Eisenblechs u. s. w. gebraucht. Die Zinkblechtafeln sind 80 cm lang, 2 m breit, doch giebt es auch andere Größen. Den verschiedenen Stärken entsprechend ist das Zinkblech mit Nummern versehen. Die Nummern 10 bis 14 werden vorzugsweise zu Bauarbeiten verwandt. Es wiegt 1 qm Zinktafel Nr. 10 = 3,95 kg; Nr. 11 = 4,52 kg; Nr. 12 = 5,27 kg; Nr. 13 = 5,86 kg; Nr. 14 = 6,62 kg. 1 cbm Zink wiegt 6800 kg.

Kupfer zeichnet sich besonders dadurch aus, daß es im kalten Zustande sehr geschmeidig und dehnbar ist; es wird vielfach bei soliden Bauten statt Zink und Weißblech verwandt. 1 cbm Kupfer wiegt 9000 kg.

Messing ist eine Legierung von Kupfer und Zink; es wird in der Maschinen-Technik vielfach benutzt zur Herstellung von Achslagern u. s. w.

5. Sonstige Baumaterialien.

§ 19. Schiefer wird vorzugsweise zur Dachdeckung benutzt, doch wendet man ihn auch in stärkeren Platten zu Treppenstufen, zu Tischbelägen und in Aborten an. Man unterscheidet deutschen und englischen Schiefer. Der deutsche Schiefer bricht nicht in so großen und regelmäßigen Platten, wie der englische Schiefer, weshalb letzterer für die Dachdeckung vielfach vorgezogen wird. Die Größen der Schiefertafeln sind sehr verschieden;

vielfach im Gebrauch sind rechteckige Tafeln 35,6 cm breit und 61 cm lang.

Stroh wird ebenfalls zum Eindecken von Dächern gebraucht, das längste und geradeste Roggenstroh ist am geeignetsten. Das Krummstroh wird dem Lehm beigemischt, und mit dem so entstandenen Strohlehm werden Windelböden und Lehmfachwände hergestellt.

Rohr wird entweder als Deckrohr oder Mauerrohr benutzt; in beiden Fällen muß es völlig reif sein. Das Mauerrohr muß vor dem Gebrauch geschält, d. h. von den Blatthülsen befreit werden, während das Deckrohr ungeschält verarbeitet wird.

Asphalt kommt vielfach in der Natur vor; derselbe ist zähe, erweicht in der Hitze und ist für Wasser undurchdringlich. Er wird verwandt zu Isolirschichten, um Feuchtigkeit abzuhalten, zur Belegung von Fußwegen und Fahrstraßen, sowie zur Herstellung von Asphaltpappe zur Dachdeckung.

Holztheer wird aus harzreichen Hölzern gewonnen, er wirkt in hohem Grade fäulnißwidrig und wird zum Theeren des Holzes angewendet, um dasselbe vor Wurmfraß und Fäulniß zu schützen. Auch zum Anstrich auf Mauern und Eisen wird Holztheer verwandt. Er muß braun und so dickflüssig sein, daß er sich zu Fäden ziehen läßt.

Steinkohlentheer, welcher als Nebenproduct in den Gasanstalten gewonnen wird, hat ähnliche Eigenschaften wie Holztheer und wird wie dieser verwandt. Theerpappe stellt man in der Weise her, daß grobe Papiermassen mit nicht entöltem Steinkohlentheer getränkt werden.

Glas ist ein durch Schmelzung entstandenes Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze (s. Naturwissenschaft § 17). Zur Verglasung der Fenster verwendet man entweder das gewöhnliche grüne Glas, oder das halbweiße Fensterglas, oder das weiße rheinische Glas oder Spiegelglas. Unter dem rheinischen Glas unterscheidet man Doppelglas, ein- und einhalbfaches und einfaches Glas.

Farben. Man hat vorzugsweise zu unterscheiden Kalkfarben, Leimfarben und Oelfarben. Kalkfarbe stellt man her aus farbigen Erden und Kalkmilch, diese Farbe dient namentlich zum Antünchen des Mauerwerks im Freien. Für den Anstrich von inneren Wänden nimmt man Leimfarbe, eine Zusammensetzung aus farbigen Erden und Leimwasser. Wird zu viel Leim zugesetzt, so blättert die Farbe leicht ab. Will man

einen wetterbeständigen, für Wasser undurchdringlichen Anstrich herstellen, so muß man Oelfarben nehmen. Die Farbstoffe werden mit einem aus Leinöl gesottenen Firniß zusammengerieben. Sollen die Farben dünnflüssiger werden und weniger Glanz erhalten, so setzt man Terpentin hinzu. Ein Zusatz von Siccativ bewirkt ein schnelleres Trocknen der Farben. Sollen besonders glänzende und fette Ueberzüge hergestellt werden, so setzt man den Firnissen Harze zu und erhält dann die Lackfarben.

Kitte. Glaserkitt besteht aus Leinölfirniß und Schlemmkreide; Mennigkitt aus Leinölfirniß und Mennige. Leim mit Wasserzusatz in der Hitze aufgelöst dient zur Herstellung von Holzverbindungen; der Leim wird dünne aufgestrichen und die Fuge der zu verbindenden Holztheile bis zur Erhärtung des Leims fest zusammengepreßt.

VII. Bauconstruction.

1. Erdarbeiten und Pflasterungen.

§ 1. Wie bei allen Bauarbeiten, so muß auch beim Erdbau, bevor die Ausführung in Angriff genommen wird, zunächst ein Plan entworfen werden.

Hierzu sind Vorarbeiten erforderlich, welche genaue Auskunft über die Höhenverhältnisse des Geländes, über die Lagerung und Mächtigkeit der einzelnen Bodenarten, über den Wassergehalt der Schichtungen, über Tragfähigkeit des Bodens u. s. w. geben. Je sorgfältiger und gewissenhafter diese Vorarbeiten gemacht werden, desto genauer wird die Ausführung dem Entwurf entsprechen können. Eine der wichtigsten und schwierigsten Bestimmungen ist die der Massenvertheilung. Unter Umständen wird es am günstigsten sein, den Plan so festzustellen, daß Auftrag und Abtrag sich ausgleichen, d. h. daß die aus Einschnitten gewonnenen Erdmassen für die Bildung der Aufträge genügen. Es kann indessen unter Umständen auch vortheilhafter sein, Seitenentnahmen und Aussetzungen zu machen, also den aus Einschnitten geförderten Boden nicht zu den Aufschüttungen zu verwenden. In den meisten Fällen wird man beide Bauarten den Verhältnissen entsprechend mit einander verbinden. Abtragsboden, dessen Beschaffenheit zur Herstellung sicherer Dämme sich nicht eignet, muß ausgesetzt werden; desgleichen

guter Abtragsboden, wenn derselbe auf zu große Entfernungen herangeschafft werden muß. Bei Berechnung der Auf- und Abtragsmassen muß Rücksicht darauf genommen werden, daß der Boden beim Abgraben sich lockert, also bei Anschüttungen einen größeren Raum als in seiner natürlichen Lagerung einnimmt. Das Auflockerungsverhältniß ist nur annähernd zu ermitteln. Man kann annehmen, daß beim Transport von gewachsenem Boden 1 cbm Sand 1,15 cbm ergiebt, ebenso 1 cbm Lehm 1,20; 1 cbm Mergel 1,25; 1 cbm fester Thon 1,30; 1 cbm Felsen 1,40 cbm. Hat der aufgeschüttete Boden eine Zeitlang gelagert, so tritt zwar eine Wiederverdichtung ein, den ursprünglichen Dichtungsgrad erreicht der Boden indessen nicht wieder. Annähernd wird 1 cbm gewachsener Sand im wiederverdichteten Auftrag 1,01 cbm Sand ergeben; ebenso 1 cbm Lehm 1,02; 1 cbm Mergel 1,03; 1 cbm fester Thon 1,05; 1 cbm Felsen 1,09 cbm.

§ 2. Bevor die Ausführung der Erdarbeiten selbst beginnt, ist es häufig nöthig, daß R o d u n g s a r b e i t e n vorgenommen werden, damit der Boden nicht mit solchen Stoffen vermischt wird, welche für den Erdbau unbrauchbar sind. Für Roden und Beseitigen von 1 a Hochwald ist zu rechnen 6—12 *M*; 1 a Unterholz 3—6 *M*; 1 lfd. m Hecken 0,15—0,30 *M*. Für das L ö s e n der Bodenmassen werden an Arbeitsstunden erforderlich: bei Kies und sandigem Lehm für cbm 1—1,25 Stunden; bei fettem Lehm 1,5—2 Stunden; bei Gerölle 2,5—3 Stunden; bei Gestein je nach der Festigkeit 4—9 Stunden. Für das A u f l a d e n sind 0,5—0,75 Arbeitsstunden zu rechnen. Der T r a n s p o r t d e s B o d e n s geschieht entweder durch Werfen mit der Schaufel, durch Schiebekarren durch Handkippkarren oder mittelst Pferde- und Locomotivkraft.

S c h i e b e k a r r e n t r a n s p o r t wendet man zweckmäßig nur bei Entfernungen bis höchstens 200 m an. Bei Steigungen rechnet man 1 m Steigung 30 m Transportentfernung gleich. Unter Zugrundelegung eines Tagelohnsatzes von 2 *M* kostet der Transport eines cbm Bodens mit Schiebekarren bei 40 m Entfernung etwa 0,142 *M*, bei 80 m 0,208 *M*, bei 120 m 0,275 *M*, bei 160 m 0,342 *M* und bei 200 m 0,408 *M*. Außer diesen Preisen sind für die Geräthe noch 10 % zu rechnen. Die Schiebekarren müssen so eingerichtet sein, daß die Ladung möglichst nahe dem Rade liegt, damit der Arbeiter wenig zu tragen und nur vorzugsweise zu schieben hat. Um das Schiebe-

zu erleichtern, wendet man zweckmäßig Karrfahrten an, welche aus mindestens 20 cm breiten Brettern oder Bohlen hergestellt werden. Die Ladungsfähigkeit der Schiebekarren beträgt $^1/_{12}$ bis $^1/_{16}$ cbm gewachsenen Bodens.

Handkippkarrentransport findet zweckmäßig statt bei Entfernungen von 160 bis 600 m. Unter Zugrundelegung eines Tagelohnsatzes von 2 *M* kostet der Transport eines cbm Bodens mit Handkippkarren bei 160 m Entfernung etwa 0,266 *M*, bei 200 m 0,293 *M*, bei 300 m 0,360 *M*, bei 400 m 0,427 *M*, bei 500 m 0,493 *M*, bei 600 m 0,560 *M*. Für Hergabe der Geräthe &c. sind außerdem 10 % des Arbeitspreises zu rechnen. Laderaum etwa $^1/_3$ cbm gewachsenen Bodens. Die Karrfahrten sind besonders gut auszuführen, vortheilhaft aus gewalzten Spurrinneneisen oder aus flach gelegten alten Eisenbahnschienen herzustellen. Wenn es die Umstände ermöglichen, verwendet man schon bei Transporten von mehr als 400 m Länge, namentlich bei großen Transportmassen, Pferde oder Dampfmaschinen.

§ 3. Jeder gelockerte Boden wird, wenn er angeschüttet wird, seitlich eine gewisse Neigung zum Horizontalen annehmen, welche je nach der Art des Materials mehr oder weniger steil ist. Der größeste Winkel, den die Böschung des Bodens mit den Horizontalen bilden kann, heißt Ruhewinkel. Bei Einschnitten ist der Ruhewinkel um so steiler, je fester die Massen in ihrer natürlichen Lagerung zusammenhängen, man ermittelt denselben dadurch, daß man das Material möglichst senkrecht absticht, und es den Witterungseinflüssen überläßt, eine Böschung herzustellen. Für Aufträge ergiebt sich der Ruhewinkel von selbst beim Anschütten. Hat man den Ruhewinkel ermittelt, so nimmt man zur Sicherheit nur etwa $^2/_3$ desselben als Böschungswinkel.

Bei der Ausführung der Erdarbeiten hat man in erster Linie die Böschung zu beachten, denn ist die Böschung zu steil ausgeführt, so wird der Boden mit der Zeit in Bewegung kommen und selbst eine flachere Böschung herstellen, es tritt dies namentlich ein, wenn der Boden häufigen Erschütterungen ausgesetzt oder naß ist. Die Neigung der Böschung bezeichnet man durch das Verhältniß der Höhe der Böschung zu der Grundlinie der Böschung, indem man die Höhe als Einheit annimmt; man sagt z. B. eine $1^1/_2$fache Böschung und meint eine Böschung, deren Grundlinie (Fig. 92 Tafel II) $1^1/_2$mal so groß als ihre Höhe ist; bei einer 1fachen Böschung ist also Grundlinie = Höhe.

In der Regel macht man die Böschungen 1fach bis $1\frac{1}{2}$fach, nach der Bodenart.

§ 4. Die Ausführung der Erdarbeiten kann ginnen, sobald der Entwurf festgestellt ist. Man steckt d zunächst von der Mittellinie aus nach beiden Seiten die Gren der Anschüttungen und der Einschnitte ab und stellt hier geeigneten Entfernungen Profile aus Latten auf, welche Böschungswinkel angeben. Die Erdarbeiten müssen so ausgef werden, daß das künftige Planum in seiner richtigen Hö lage möglichst gesichert ist; es ist also vorzugsweise dahin wirken, daß die Wände und Böschungen des Erdkörpers st fähig sind, sowie daß dieselben gegen Wasserandrang gesch sind. Die Herstellung der Abträge geschieht in folge Weise. Nachdem der Mutterboden abgeräumt und zur Wie verwendung bei Seite geschafft ist, hat man die Angriffspun möglichst so zu wählen, daß der Boden von Seitenwänden geschachtet werden kann, damit die Verladung in die Karren mittelbar stattfinden kann. Man erreicht dies durch Anlegu eines Fördergrabens 1 m tief und von einer den Transportmitte entsprechenden Breite. In dem Maaße, wie die Seitenwa abgeschachtet wird, muß die Karrfahrt nachgerückt werden. der Fördergraben auf solche Weise genügend breit geworden, wird eine zweite Karrfahrt, und wenn die obere Einschnittsbrei in der Tiefe des ersten Fördergrabens abgeschachtet, ein zweite Fördergraben angelegt. Für tiefere Einschnitte entsteht so der Treppenbau. Alle Einschnitte sind möglichst nur nach auf- steigender Richtung in Angriff zu nehmen, damit weder Regen- noch Quellwasser sich in der Ausschachtung sammeln kann. Ganz besondere Sorgfalt hat man der Entwässerung zuzu- wenden. Wenn das Gelände nach dem Einschnitt hin fällt, wird es vielfach nothwendig, das Wasser vor dem Einschnitt durch einen Seitengraben abzufangen. In wasserführenden Böschungen müssen Sickerkanäle angelegt und unter Umständen der Fuß der Böschungen und der daran stoßende Graben mit Steinpackungen versehen werden. Soweit es möglich, sind die Quellen abzufangen, so daß sie den Einschnitt nicht erreichen können. Haben die durchschnittenen Bodenschichten eine geneigte Lage, so muß ganz besonders auf Trockenlegung hingewirkt werden, damit keine Abrutschungen eintreten; ist die Trockenlegung nicht zu erreichen, so ist man häufig gezwungen, die Schichten parallel zur Rutschfläche abzutragen.

Die Bildung der Aufträge erfolgt entweder durch Lagen-
üttung oder durch Kopfschüttung; erstere ist vorzuziehen,
ß indessen unter Umständen aufgegeben werden. Bei Ueber-
üttung von Bauwerken, Mooren rc. ist Lagenschüttung unter
en Umständen geboten, damit ein gleichmäßiges Setzen statt-
det. Durchnäßte oder gefrorene Bodenmassen dürfen nicht als
hüttungsmaterial verwandt werden, ebensowenig alles Material,
lches leicht vergänglich ist und dann Höhlungen im Damm-
per veranlaßt. Bevor mit dem Anschütten begonnen wird,
ß der Mutterboden entfernt und bei Querneigung im Gelände
e breite Abtreppung im gewachsenen Boden hergestellt
rden; außerdem ist dafür Sorge zu tragen, daß der Erdkörper
r Wasserandrang geschützt wird. Bei allen Aufträgen muß
an darauf rechnen, daß ein Setzen eintritt, da das gelockerte
hüttmaterial sich allmälig wieder verdichtet und vielfach auch
r Untergrund nachgiebig ist. Man giebt daher den Dämmen
tsprechende Ueberhöhung. Das Sackmaaß ist schwer vorher zu
stimmen. Thon, Mergel u. s. w. etwa $^{1}/_{10}$ der Höhe, Sand
$_{10}$ der Höhe, Torf bis zu $^{1}/_{2}$ der Höhe.

§ 5. Die Befestigung der Böschungen geschieht ent-
eder durch Ansamung, nachdem dieselbe zuvor mit Mutter-
den 0,1 bis 0,2 m stark bekleidet ist, oder durch Belegen
it Rasen. Bei Böschungen, welche mit dem lockern Mutter-
den sich schwer verbinden, muß man, um ein Abrutschen zu
rhindern, kleine Treppen einschneiden. An diesen Treppenab-
tzen welche man bei wasserführendem Boden der Länge nach
it Gefälle anlegt, findet der Mutterboden Halt. Je nach der
ringeren oder größeren Steilheit der Böschungen, nimmt man
lachrasen oder Kopfrasen, der erstere wird flach auf die
öschung, der letztere aus hochkant neben einander gestellten
asenplanken an die Böschung gelegt. Man legt auch mit
lachrasen schmale sich kreuzende Streifen und samt dann die
tstehenden mit Mutterboden angefüllten rhombischen Flächen
n. Häufig ist man auch gezwungen, namentlich den Fuß der
öschung besonders zu befestigen, z. B. durch trocken verlegte
eldsteine oder Bruchsteine, durch Reisigbündel, durch Holz-
ände u. s. w.

§ 6. Die Unterhaltung der Erdarbeiten ist zum
heil sehr schwierig; Zerstörungen sind zumeist Folge von Wasser-
drang. Ist z. B. bei Einschnitten, wo Böschungen im
wachsenen Boden hergestellt sind, der Boden quellig, so wird

er allmälig schlüpfrig und ist dann bestrebt, eine flachere Böschung herzustellen. In solchen Fällen muß man versuchen, die Quelle abzufangen und so zu leiten, daß sie keinen Schaden verursachen können. Auch das Planum der Dämme leidet häufig durch den Wassergehalt des Bodens, namentlich im Winter bei Frost durch das Auffrieren des Bodens; man kann hier durch Vertiefung der Seitenkanäle helfen, sowie durch Sickerkanäle und Drainirungen, welche von der Mitte des Planums nach den Sohlen der Seitengräben geführt werden; die Arbeiten laufen darauf hinaus, das Wasser im Boden auf eine Tiefe von etwa 1 m zu beseitigen, damit der Frost dasselbe nicht erreichen kann. Vielfach werden im Winter die Dämme durch Schneefall vor Frost geschützt.

Die Unterhaltungsarbeiten müssen besonders sorgfältig und stets rechtzeitig ausgeführt werden, da eine Vernachlässigung in dieser Beziehung mit großen Geldopfern verknüpft ist. Bei Wiederherstellung abgerutschter Böschungen darf nur dann der alte Boden wieder verwandt werden, wenn er vollkommen trocken geworden ist. Häufig ist es nöthig, den stehen gebliebenen Theil der Böschung mit Absätzen zu versehen, damit der Boden beim Wiederanschütten mehr Halt gewinnt. Liegt die Ursache der Abrutschung darin, daß die Böschung wasserführende Schichten enthält, so müssen Sickerkanäle in der Böschung angelegt und vor Allem die Böschungen am Fuße gesichert werden. Eine wiederhergestellte Böschung ist zweckmäßig sofort mit Rasen zu bekleiden, damit keine Feuchtigkeit zwischen den neuen und alten Boden eindringen kann. Wird eine Böschung dadurch zerstört, daß der Andrang des Tagewassers in Folge geneigten Geländes zu stark ist, so muß vor der Böschungskante ein Längsgraben gezogen werden, der das Wasser abfängt, bevor es die Böschung erreicht. Die Seitengräben, welche bestimmt sind, die Bettung und das Planum zu entwässern, sollten vorzugsweise gut im Stande gehalten werden, da eine Vernachlässigung derselben andere, weit kostspieligere Arbeiten nach sich zieht. Vielfach ist die Unsitte eingerissen, Gräben, welche aus irgend einem Grunde das Wasser nicht genügend abführen, in der Weise aufzuräumen, daß man die Grabensohle durch Beseitigen der Grasnarben rc. vertieft, ohne gleichzeitig die Böschung zu reguliren. Die Folge hiervon ist, daß, da der Böschung am Fuß das Widerlager entzogen wird, Abrutschungen eintreten. Bei jeder Grabenräumung stelle man zunächst das Gefälle fest, und räume dann

ple und Böschungen nicht nach dem Augenmaaß, sondern ter Anwendung von Visirtafeln ꝛc.

§ 7. Je nach dem Zweck, welchem das hergestellte Planum nen soll, wird die Oberfläche desselben mehr oder weniger stigt werden müssen. Soll das Planum als Unterbau für nbahnoberbau dienen, so erhält es eine Kies- oder Schotterschüttung, nachdem es mit Quergefälle versehen ist. Soll Planum indessen von Fußgängern oder von Landfuhrwerken tzt werden, so wird die ganze Oberfläche eine Befestigung alten müssen.

Die einfachste Befestigung für Fußwege besteht darin, daß ne Kiesschüttung 5—10 cm stark ausgeführt wird. Soll das gewasser schnell abgeführt werden, so ist es nöthig, unter der slage eine Schüttung von Ziegelbrocken ꝛc. herzustellen. Offen gende Bahnsteige werden vielfach so befestigt. Hat der Kies nig Bindemittel, so kann durch Ueberstreuen von Thon, jedoch r in geringen Mengen geholfen werden. Quergefälle etwa :30 ist erforderlich. Bessere Fußwege werden gepflastert und ar je nach den gestellten Anforderungen mit kleinen Findlingen, er mit kleinen zerschlagenen Steinen (Mosaikpflaster), oder mit latten aus natürlichem oder künstlichem Stein. Soll eine stische Befestigungsdecke gebildet werden, so wählt man eine lzbebohlung, oder Holzpflaster (Hirnholz nach oben) oder phaltirung. Bei der letzten Befestigung wird zunächst eine nterlage aus einfacher oder doppelter Ziegelflachschicht oder aus iegelrollschicht hergestellt, und darauf der Asphaltguß ausgeführt in einer Stärke von 2—3 cm. Die Verwendung reinen roben Kieses (Erbsengröße) ist wesentliche Bedingung für eine ute Asphaltirung.

Fahrwege werden je nach der Benutzung als Kiesbahnen der Steinbahnen hergestellt. Das größte zulässige Längengefälle beträgt im Flachland 1:40; im Hügellande 1:30; im Gebirgslande 1:24; der Querschnitt erhält in der Regel eine Wölbung (stark abgeplattete Kreislinie) und etwa ein Seitengefälle 1:30. Die Steinbahnen werden entweder als Steinschlagbahnen oder als Pflasterbahnen ausgeführt. Eine Unterlage aus größeren Steinen (Packlage) für den Steinschlag stellt man jetzt nur noch selten her, es wird vielmehr in den meisten Fällen die Bahn ganz aus Steinschlag gefertigt und seitlich nur mit Bordsteinen eingefaßt. Der weniger feste Steinschlag wird zum

Unterbau benutzt. Auf die Decklage bringt man Steinspl
und feinen Kies vor der Walzung. Die Pflasterbahnen
natürlichen Steinen bestehen entweder aus Findlingen, Ra
steinpflaster, welche gar nicht bearbeitet werden, oder
geschlagenen Steinen, welche mehr oder weniger regelmäßig
arbeitet sind: Kopfsteinpflaster. Jede Pflasterung er
eine Unterbettung von reinem, grobem Kies, 15—30 cm f
Die einzelnen Steine müssen möglichst gleiche Größe ha
auch dürfen die Fußflächen nicht kleiner als $^2/_3$ der Kopfflä
sein. Werden große und kleine Steine neben einander ge
so werden die kleinen Steine von den Rädern der Fuhrw
tiefer als die großen Steine eingedrückt, da bei gleicher
lastung die tragenden Grundsäulen verschieden sind. W
irgend möglich sind die Steine in Verband zu setzen. B
Reihenpflaster werden einzelne Reihen rechtwinklig zur Ba
richtung hergestellt; die Breite der verschiedenen Reihen r
möglichst gleich sein, ebenso die Höhe. Jeder Stein muß
in Kies eingebettet sein und scharf an die Nebensteine getri
werden. An den Seiten wird die Pflasterung durch Bordst
welche eine größere Höhe haben, abgegrenzt. Die Bettung r
noch etwa 15 cm über die Bordsteine hinausgehen. Das Pfla
ist überhöht zu setzen und demnächst abzurammen. Dabei
sprengte Steine sind durch andere zu ersetzen. Das fertig
rammte Pflaster ist mit einer Kiesdecke zu versehen, welch
die Fugen eingeschwemmt und gefegt wird.

2. Gründungen.

§ 8. Jedes kunstgerecht ausgeführte Bauwerk hat
Gründung, welche mindestens so tief in die Erde hineinre
daß die Unterkante derselben frostfrei liegt. Die Art der Gr
dung selbst richtet sich nach der Beschaffenheit des Baugrund
auf dem gebaut werden soll. Es ist daher nothwendig, daß r
genau untersucht, ob der Boden genügende Tragfähigkeit be
diese Untersuchung geschieht entweder durch Aufgraben, o
dadurch, daß man mittelst einer eisernen Stange oder ei
Bohrers, welche in den Baugrund gestoßen werden, durch
daran haftenden Erdtheile Kenntniß von der Beschaffenheit
Erdreichs erlangt.

§ 9. Findet man einen natürlichen festen Boden
dessen *Mächtigkeit* (Stärke) der Last des Bauwerks entspr

ob der durch den Druck des Bauwerks nicht zur Seite ausweichen wird, so kann man, nachdem die Baugräben bis zur frostfreien Tiefe gezogen sind, ohne weitere Vorkehrungen die Grundmauer aufführen. Findet man aufgeschütteten Boden vor, so macht man die Baugräben so tief, daß der natürliche, gewachsene Boden erreicht wird. Fürchtet man, daß der Boden durch die Last des Bauwerks so zusammengedrückt wird, daß ein starkes Setzen (Senken) des Bauwerks eintritt, so kann man die Tragfähigkeit des Bodens dadurch verstärken, daß man denselben durch Einschlagen von kleinen Pfählen oder Steinen verdichtet; man kann auch dadurch helfen, daß man die Grundmauer des Bauwerks möglichst breit anlegt und so die Last des Bauwerks auf eine größere Fläche des Baugrundes vertheilt.

§ 10. Besitzt der Boden keine genügende Tragfähigkeit, so wird man, wenn in geringer Tiefe unter demselben tragfähiger Boden steht, den schlechten Boden ausheben und durch Sand ersetzen, den man schichtenweise anstampft und etwa durch Begießen mit Wasser verdichtet. Ist in solchen Fällen eine Unterspülung durch Wasser zu erwarten, so muß man außerdem die Sandschüttung durch eingerammte hölzerne Wände einfassen, die jedoch mit keinem Theile über dem tiefsten Wasserspiegel liegen dürfen, weil sie dann verfaulen würden. Liegt der tragfähige Boden sehr tief unter dem niedrigsten Wasserspiegel, so würde eine Sandschüttung sehr kostspielig; man wählt in solchen Fällen, wenn der Baugrund kein zu schlechter ist, den liegenden Rost, d. h. man gräbt bis zum niedrigsten Wasserspiegel den Boden aus und stellt hier eine zusammenhängende Unterlage aus Holz (Bohlen oder Schwellen) her; auf diesem Rost, den man verhältnißmäßig breit macht und so anlegt, daß alle Holztheile unter dem niedrigsten Wasserspiegel bleiben, stellt man das Grundmauerwerk her.

§ 11. Findet man durch Untersuchung, daß der Baugrund gar keine Tragfähigkeit besitzt und daß der feste tragfähige Boden so tief liegt, daß ein Ausheben des schlechten Bodens nicht möglich ist, so muß man Zwischenbauwerke anwenden, welche die Last durch den schlechten Boden hindurch auf den tragfähigen Boden übertragen Man erreicht dies auf mehrfache Weise, z. B. durch Einrammen von Pfählen, welche bis in den festen Boden *hineingetrieben* werden; auf diesen Pfählen

stellt man eine zusammenhängende Fläche von Holz her hierauf wird das Grundmauerwerk errichtet. Man nennt ei solchen Zwischenbau stehenden oder Pfahl-Rost. Sel verständlich müssen die Holztheile unter dem niedrigsten Was spiegel liegen. Auch senkt man einzelne feste Mauerkörper auf den guten Baugrund und verbindet dann dieselben d Mauerbögen, auf denen man das Fundament aufführt; dies die Gründung mit Senkbrunnen.

3. Brunnenarbeiten.

§ 12. Ueber Ausführung von Brunnen, sei es zur winnung von Trinkwasser oder Wasser zu gewerblichen Zwec möge Folgendes bemerkt werden.

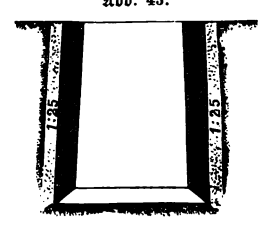
Ehe man mit der Erbauung eines Brunnens beginnt, man, falls nicht etwa Brunnen in der Nähe des Baupla vorhanden sind, deren Ergiebigkeit und Beschaffenheit des Was bekannt ist und deren Baugeschichte einen sicheren Schluß die Wasserverhältnisse des neuen Brunnens schließen läßt, der Stelle, auf welcher man den neuen Brunnen errichten u einen Bohrversuch machen und dadurch die Beschaffenheit die Lagerungsverhältnisse des Untergrundes, sowie den Was reichthum desselben ermitteln. Dabei sind genaue Bohrregister führen, auch von jeder der vorkommenden Bodenarten Pro zu nehmen und ordnungsmäßig aufzubewahren. Sobald r Wasser antrifft, ist eine Probe davon zu entnehmen und dass nach dem Abklären auf seine Eigenschaft zu prüfen. Dieses beim Eintritt jeder anderen Gebirgsart zu wiederholen, da z. beim Antreffen von Braunkohle das Wasser meistens ungenieß wird. Glaubt man das Bohrloch hinreichend tief getrieben einen Wasserstand erreicht zu haben, der dem Bedürfniß genü wird, so stellt man einen Pumpversuch an, indem man in Bohrloch den Saugeschlauch einer kräftig wirkenden Pumpe hä und nun Wasser herausbefördert. Aus der Menge des wonnenen Wassers, sowie aus der Zeit, in welcher das gepumpte Bohrloch sich wieder füllt, wird man einen Sch auf die später zu erreichende Wassermenge ziehen und dar die Weite des Brunnens bemessen können.

Der Bau des Brunnens geschieht bei festerem Boden geringerem Wasserzudrange durch Abteufen eines Schachtes *Auszimmern* desselben in bergmännischer Weise, worauf d

durch Aufmauern des Brunnenkessels von unten herauf der Brunnen ohne weitere Senkung fertiggestellt wird. Die Wasserhaltung wird durch Pumpen oder bei größerer Tiefe durch Ausschöpfen mittelst Kübel und Eimer bewirkt.

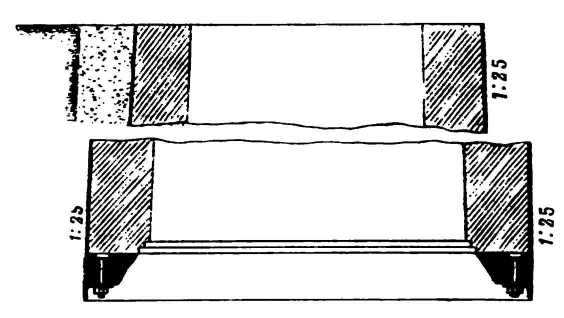
In sandigem Boden, schwimmendem Gebirge und bei großem Wasserzudrange verfährt man in der Weise, daß man den Boden nur bis zum Wasserspiegel oder, falls derselbe zu tief liegt, auf 2—3 m tief ausschachtet und dann den Brunnenkessel auf einen untergelegten Kranz, den Brunnenkranz, aufmauert. Der Brunnenkranz wird aus mehreren Lagen 5—8 cm starker Bohlen hergestellt, die durch Pflöcke, Nägel oder Bolzen gehörig unter einander befestigt werden. Der Querschnitt des Kranzes ist keilig, mit der Spitze nach unten gekehrt, die obere Breite ist so groß, daß das Mauerwerk darauf angesetzt werden kann. Es ist zu empfehlen, den Kranz hinten etwas über das Mauerwerk hinausstehen zu lassen. Die Stärke des Mauerwerks des Brunnenkessels richtet sich nach der Weite. Bei einem Durchmesser von 1—2 m wählt man sog. Brunnensteine, die 15—18 cm stark sind. Zum Vermauern wird am besten Cementmörtel (1 : 3) gewählt. Das Aussetzen der Brunnenkessel aus Trockenmauerwerk mit Moos in den Fugen ist nicht zu empfehlen, da einerseits der Brunnen nur eine sehr geringe Festigkeit erhält und deshalb leicht zusammenstürzen kann, andererseits dem von oben kommenden Tagewasser Zutritt gewährt wird. Damit der Brunnen sich leicht und ohne weitere besondere Belastung senkt, sich nicht aufhängt oder gar abreißt, ist es empfehlenswerth, denselben nicht cylindrisch, sondern nach oben enger werdend mit einer Anlage von etwa 1 : 25 (Abb. 43) aufzumauern. Beim Senken muß man dann darauf halten, daß das Brunnenmauerwerk mit reinem Kies oder Sand hinterfüllt wird, damit das Ziegelmauerwerk an dem gewachsenen und nachrutschenden Boden nicht anhaften kann. Die Hinterfläche des Mauerwerks ist aus demselben Grunde sauber glatt zu mauern, oder besser noch mit Cement zn verputzen. Bei Brunnen von größerem Durchmesser (3—6 m) wird der Kranz stärker (20—30 cm hoch) gemacht, auch wohl mit einer besonderen aus Winkel- oder T-Eisen hergestellten Schneide versehen

Abb. 43.



(Abb. 44). Die Wandung des Brunnens stellt man d aus gewöhnlichen Ziegeln her und giebt ihr eine Stärke

Abb. 44.



$1^1/_2$ bis 2 Stein, wobei man wiederum guten Cementmö (1 : 3) verwendet und die Außenfläche gleichfalls sauber abp Die Verjüngung nach oben (1 : 25) behält man des leichten Senk wegen ebenfalls bei. Soweit als nöthig sind zur Bildung Zwischendecken sowie zur späteren Aufstellung der Pumpe o des Pulsometers die nöthigen Schienen oder eisernen Trä einzumauern. Desgleichen empfiehlt es sich, Steigeisen ein mauern. Das Senken der Brunnen wird in der Weise a geführt, daß man, so lange das Wasser mit Pumpen oder andere Weise bewältigt werden kann, den Boden mit Spa und Schippe ausgräbt und ihn mittelst Kübel und Win hinaus befördert. Wird der Wasserandrang jedoch größer, bewirkt man die weitere Senkung durch Ausbaggern des Bod unter Wasser, wozu man indische Schaufeln, Sackbagger o Verticalbagger verwendet.

4. Mauerwerk.

§ 13. Mit Bezug auf die Art des Materials un scheidet man Mauerwerk aus natürlichen Steinen und künstlichen Steinen. Bei Aufführung des Mauerwerks kom es auf die gegenseitige Lage der Steine zu einander und die Verbindung der Steine durch Bindemittel an. Je n dem Zweck des Mauerwerks bestimmt man die Art der Ste und des Bindemittels. Häufig füllt man die Fugen zwisc den einzelnen Steinen mit Moos, Erde u. s. w. aus; d Materialien haben den Zweck, den Druck des Mauerwerks die Berührungsflächen gleichmäßig zu vertheilen, in den mei

[Fä]llen nimmt man jedoch ein Bindemittel (Mörtel), durch [w]elches die einzelnen Steine zu einem Ganzen zusammengekittet [w]erden.

§ 14. Das Mauerwerk aus natürlichen Steinen wird [e]ntweder aus Bruchsteinen oder behauenen Steinen hergestellt.

Beim Bruchsteinmauerwerk hat man besonders darauf zu achten, daß die einzelnen Steine möglichst so in einander greifen, daß ein gegenseitiges Verschieben derselben nicht eintreten kann; runde Steine sind daher zu vermeiden und vorzugsweise eckige, längliche Steine zu verwenden. Das Mauerwerk muß in sorgfältig abgeglichenen wagerechten Schichten aufgeführt werden, deren Stärke in verschiedenen Schichten verschieden sein kann, in einer Schicht aber durchweg dieselbe bleiben muß. Um einen guten Steinverband zu erzielen, darf in zwei über einander liegenden Schichten nie Fuge auf Fuge treffen; man muß daher namentlich an der Außenseite der Mauern einzelne längere Steine anwenden, welche tiefer als die übrigen in das Mauerwerk hineingreifen, und so die einzelnen wagerechten Schichten mit einander verbinden; diese nur mit ihrer kurzen Seite sichtbar bleibenden Steine nennt man Binder. Die Fugen zwischen den einzelnen Steinen müssen möglichst klein sein und vollständig ausgefüllt werden, damit keine Nässe in die Höhlungen des Mauerwerks dringt. Da die Fugen bei aller Sorgfalt an einzelnen Stellen immer groß ausfallen, so verzwickt man dieselben durch Einsetzen kleinerer Steine, jedoch erst nachdem sie mit Mörtel völlig gefüllt sind.

Das Versetzen von behauenen Steinen geschieht mittelst Hebevorrichtungen; man setzt dieselben entweder von vorn herein in ein Mörtelbett oder man versetzt sie trocken und bildet mittelst Holzkeilen Fugen, welche nach dem Versetzen der Steine ringsum mit Thon gedichtet und dann mit dünnflüssigem Mörtel ausgegossen werden. In Betreff des Verbandes gelten die Regeln des nachstehenden Paragraphen.

§ 15. Die künstlichen Steine sind entweder gebrannte Ziegel oder Luftsteine; das Normalformat derselben hat eine Länge von 25 cm, eine Breite von 12 cm und eine Dicke von [illegible] cm. Die wagerechten Fugen nennt man Lagerfugen, die senkrechten heißen Stoßfugen, erstere werden in der Regel [illegible] mm, letztere 10 mm stark ausgeführt. Die Steine, welche im Verbande *nach der Länge der Mauer* liegen, heißen Läufer.

nach der Stärke der Mauer Binder oder Strecker; bes
eine Schicht des Mauerwerks nur aus Läufern, so heißt
Läuferschicht, besteht sie nur aus Bindern, so heißt
Binderschicht. Ein Ziegel, dessen Länge $^3/_4$, $^1/_2$ und $^1/_4$
Normal-Länge beträgt, heißt Dreiquartier, Zweiquart
und Quartier. Ein Stein, der nach der Länge halbirt
heißt Kopfstück.

Die Hauptregeln bei Anordnung des Steinverbandes s
folgende:

Die Stoßfugen einer Schicht müssen stets durch die darü
liegenden Steine so gedeckt werden, daß nie die Stoßfu
zweier Schichten zusammenfallen. Das Innere der Mauer m
vorzugsweise aus Bindern bestehen, die sich gegenseitig üb
decken. Die in der Außenfläche sichtbaren Stoßfugen müs
als Schnittfugen durch die ganze Mauerstärke gehen. Unreg
mäßige Verbandstärke (Dreiquartiere, Zweiquartiere und E
quartiere) an den Ecken müssen durch die ganze Stärke d
jenigen Mauer reichen, in der sie unregelmäßige Länge zeig
Je nach der verschiedenen Anordnung des Steinverbandes unt
scheidet man Blockverband, Kreuzverband u. s. w. D
Stärken der Mauern werden nach Steinlängen angegeben; m
unterscheidet also 1 Stein starke Mauern, $1^1/_2$ Stein sta
Mauern u. s. w. Die gebräuchlichsten Verbände sind der Blo
verband und der Kreuzverband. Beim Blockverband wechselt st
eine Läuferschicht mit einer Streckerschicht ab (Fig. 96 Tafel I
1 und 2 in den Figuren 93, 94 und 95 stellen den Verba
der beiden Schichten für verschiedene Mauerstärken dar. D
Ecken werden durch Dreiquartiere gebildet; die Läuferschicht
der einen Seite wird stets eine Binderschicht an der and
Seite. Dies ist auch der Fall bei dem Kreuzverband (Fig.
Tafel II). Eine Vergleichung der Figuren 96 und 97 ze
die Verschiedenheit der sich in der Ansicht bildenden Kreu
Zur Herstellung des Kreuzverbandes sind 4 Schichten erforderl
wie solche in 1, 2, 3, 4 der Figuren 93, 94 und 95 für v
schiedene Mauerstärken angegeben sind. Alle Binderschichten u
von den Läuferschichten eine um die andere bleiben diesel
wie beim Blockverbande. Erwähnt sei noch der Gothische o
Polnische Verband, bei dem in den einzelnen Schichten st
Binder und Läufer neben einander abwechseln (Fig. 98).
der Aufführung von Ziegelmauerwerk hat man besonders dar
zu achten, daß alle Fugen voll mit Mörtel ausgefüllt werd

er, daß der Mörtel fest an den Steinen haften kann; die ine müssen daher von allem Schmutz und Staub gereinigt und müssen, da sie das Wasser begierig aufsaugen, vor dem mauern angenäßt werden. Das Mauerwerk selbst muß mög= st durchweg in gleicher Höhe aufgeführt werden, damit das zen, das unvermeidlich erfolgt, gleichmäßig stattfindet; führt n einzelne Theile vorweg höher auf, so treppt man die= en nach den tiefer gelegenen Theilen hin ab; zum Theil t man auch eine Verzahnung stehen, d. h. an der lothrecht geführten Endkante treten die Steine vor oder zurück, sowie der Verband giebt. Soll eine alte Mauer, die sich schon etzt hat, mit einer neuen verbunden werden, so darf nie in alte Mauer eine Verzahnung eingestemmt und ein Verband ischen beiden Mauern hergestellt werden, sondern die neue auer muß stumpf gegen die alte gemauert werden, damit s neue Mauerwerk ohne Hinderniß sich setzen kann; man mmt auch wohl einen verticalen Falz von oben bis unten in s alte Mauerwerk und mauert in diesen das neue Mauerwerk mpf hinein, um Seitenverschiebungen zu verhindern.

§ 16. In Bezug auf die Stärke der Mauern sei chfolgendes bemerkt. Freistehende Mauern erhalten $^1/_{12}$ s $^1/_{10}$ der Höhe als Stärke; werden dieselben aus Bruchsteinen gefährt, so nimmt man $^1/_8$ der Höhe als Stärke. Futter= auern, d. h. Mauern, gegen welche von einer Langseite dreich drückt, werden meistens mit einseitiger Böschung aus= führt, deren Anlage $^1/_6$ der Höhe beträgt; die mittlere Stärke cher Mauern macht man $^2/_7$ der Höhe. Es sei z. B. die ärke einer Futtermauer (Fig. 99 Tafel III) von 4,20 m Höhe zu stimmen; die mittlere Stärke cd ist also $\frac{2}{7} . 4{,}20 = 1{,}20$ m; e untere Stärke ab wird durch die Böschung der Mauer be= immt und beträgt $= gb + ga = 1{,}20\,m + \frac{1}{6}$ der halben öhe, also $= 1{,}20 + \frac{2{,}10}{6} = 1{,}20 + 0{,}35 = 1{,}55$ m; die ere Stärke hf — eh ist gleich der mittleren Stärke — $\frac{1}{6}$ r halben Höhe, also $= 1{,}20 - 0{,}35 = 0{,}85$ m.

Die Umfassungsmauern von Gebäuden macht man im oberen Stock 1 Stein stark, wenn sie höchstens auf einer Länge von 5,5 m Länge frei stehen; die Mauerstärke der unteren Stockwerke nimmt um je $^1/_2$ Stein zu; bei Wohngebäuden macht man die Umfassungsmauern zur Abhaltung der Kälte gewöhnlich nicht schwächer als $1^1/_2$ Stein; Mittelmauern, welche Balken tragen, macht man in der Regel $1^1/_2$ Stein stark. Quermauern oder Scheidemauern kann man mehrere Stock hoch 1 bis $^1/_2$ Stein stark ausführen.

5. Zimmerwerk.

§ 17. Beim Mauerwerk waren das Hauptmaterial: die Steine, und das Bindemittel: der Mörtel; beim Zimmerwerk ist das Hauptmaterial: das Holz, und das Bindemittel vorzugsweise Eisenzeug. Theils wird das Holz auch ohne Bindemittel verbunden, indem die einzelnen Holzstücke so geformt werden, daß sie fest in einander greifen. Will man mehrere Hölzer zu einem Ganzen verbinden, so muß zunächst eine Verbindung zwischen den einzelnen Hölzern hergestellt werden; die Art dieser Einzelverbindungen ist je nach der Lage der Hölzer zu einander und je nach dem Zweck verschieden. Damit eine Verbindung haltbar hergestellt wird, muß zunächst klar sein, in welcher Weise diese Verbindung in Anspruch genommen wird, wenn die Hölzer zu einem Ganzen verbunden sind; die Holzverbindung muß dann so gewählt werden, daß die künftig auf dieselbe wirkenden Kräfte eine Zerstörung der Verbindung möglichst nicht herbeiführen können. Es sollen in Nachstehendem die Hauptverbindungen zwischen den einzelnen Hölzern besprochen werden.

§ 18. Bei Verlängerung wagerecht liegender im Stoße unterstützter Hölzer wendet man die in Fig. 100 und 101 Tafel III dargestellten Verbindungen an; es ist a der stumpfe Stoß, bei dem beide Hölzer nur rechtwinklig an einander gestoßen werden. Würden auf die beiden Hölzer Kräfte wirken, welche eine Trennung derselben hervorzubringen suchen, so könnte man den Kräften durch Anbringung zweier eiserner Schienen nach b begegnen; die Schienen werden an den Enden etwas umgebogen, die so entstehenden Nasen in das Holz eingelassen und dann 4 Schraubenbolzen durch die Schienen gezogen. Fig. 102 c zeigt das gerade Blatt in perspectivischer Zeichnung auseinander genommen, c_1 verbunden in geometrischer

chung. Fig. 103 d zeigt das gerade Hakenblatt. . 104 e das schräge Hakenblatt. Fig. 105 f das walbenschwanzförmige Blatt.

§ 19. Die Verknüpfung wagerecht liegender Hölzer m entweder bündig sein oder nicht; bündig nennt man zwei lzer, wenn deren Oberkanten (oder Seiten) eine ebene iche bilden. Diese Verbindung (auch Ueberschneidung nannt) wird durch Ueberblattung nach Fig. 106 g herge- llt oder, wenn es Eckverbindungen sind, nach h und i. ollen die Hölzer nicht bündig liegen, so wird die Verkäm- ung gewählt (Fig. 107); da hierbei die Hölzer nur wenig geschnitten werden, so ist die Schwächung wesentlich geringer. ch durch Verzapfung verknüpft man Hölzer nach Fig. 108, dem dem Zapfen an dem einen Holz ein Zapfenloch von icher Größe in dem andern Holz entspricht; man nennt den pfen geächselt, wenn derselbe, wie bei Fig. 109, nicht die nze Breite des Holzes als Länge hat. Stoßen 2 Hölzer htwinklig auf einander, so verbindet man dieselben auch bündig it Versatzung nach Fig. 110 und 111.

§ 20. Die Verstärkung wagerecht liegender Hölzer wirkt man dadurch, daß man 2 Hölzer mit Verdübelung auf nander legt und sie verbolzt nach Fig. 112; auch wendet man erbei eine Verzahnung nach Fig. 144 an; eine noch andere erstärkung zeigt Fig. 113 (Verschränkung).

§ 21. Die Verbreiterung wagerecht liegender Hölzer findet bei Herstellung von Holztafeln, Fußböden u. s. w. att; man erreicht dieselbe durch Fugen nach Fig. 115, wobei ie Hölzer (Bretter) stumpf gegeneinander gestoßen werden; besser durch Spunden nach Fig. 116. Bei der letzten Ver- bindung nennt man den eingreifenden Theil die Feder und ie der Feder entsprechende Spalte die Nuth oder den Spund. Man stellt diese Verbindung auch durch die halbe Spundung nach Fig. 117 her.

§ 22. Die Verlängerung senkrechter Hölzer erfolgt ntweder mit Hilfe von Eisenverbindungen oder auch durch apfenverbindung. Die Verstärkung senkrechter Hölzer schieht wie bei Fig. 113.

§ 23. Die Verbindung von senkrechten mit wage- echten Hölzern bewirkt man durch Ueberblattung nach Fig. 106, und i, oder durch Verzapfung nach Fig. 108 und 109; die

Verbindung schräg stehender Hölzer durch Verzap
nach Fig. 108 mit schräg angeschnittenen Zapfen oder
Schlitzzapfen nach Fig. 118, oder durch Versatzung
Fig. 119, oder durch Ueberblattung nach Fig. 106 g, h u

§ 24. Die meisten Holzverbindungen werden auße
noch befestigt und zwar durch Holznägel, eiserne Nägel, Bo
Schienen mit Bolzen u. s. w. Man ersetzt auch einzelne H
durch eiserne Stangen und eiserne Stützen.

Die Verbindung mehrerer Hölzer läuft mehr oder wei
stets darauf hinaus, ein Rahmenwerk herzustellen, welches m
lichst unverschiebbar ist. Dies Rahmenwerk wird je nach
Zweck durch Holz, Steine u. s. w. ausgefüllt oder es bleibt o
Wenn man 3 Hölzer zu einem Dreieck verbindet, so kön
sich die einzelnen Hölzer nicht gegen einander verschieben,
dies z. B. der Fall ist, wenn 4 Hölzer zu einem Viereck
bunden werden. Man vereinigt daher die einzelnen Verba
stücke gern so, daß sich Dreiecke bilden.

§ 25. Die Bauhölzer theilt man ein in Ganzh
d. h. Hölzer, welche in ihrer Mitte den Kern des Baumes
ständig enthalten, in Halbholz, d. h. Hölzer, welche durch
maliges Trennen der Ganzhölzer entstehen und nur die Hälfte
Kerns enthalten und endlich in Kreuzhölzer, welche d
Trennen der Halbhölzer entstehen und nur den vierten T
des Kerns enthalten. Man unterscheidet ferner Boh
Bretter und Latten; Bohlen sind Bretter von 6 bis 10
Stärke. Für die Veranschlagung trennt man das Holz noc
nach seiner Stärke und Länge in sehr starkes Bauholz 12—1
lang und 32—36 cm stark; in starkes Bauholz 12—14 m
und 26—32 cm stark; in Mittelbauholz 10—12 m lang
20—24 cm stark und in schwaches Bauholz 9—11 m
und 16—18 cm stark. Eine solche Trennung muß stattfin
weil 1 cbm Bauholz nach der angegebenen Eintheilung
schiedene Preise hat.

6. Wände.

§ 26. Es giebt Wände aus Stein, aus einer Ver
dung von Stein und Holz, und aus Holz. Die Wände
Stein zeigen entweder nach außen den Stein und sind
nur gefugt, d. h. die Fugen sind mit Mörtel verstrichen
die ganze Wand ist mit einem Putz aus Mörtel bekleidet,
die Steine verdeckt; auch die Wände aus Stein und

ichwerkswände) sind entweder geputzt oder gefugt, so daß letzteren Fall auch das Holz sichtbar ist. Die Wände oberlb des Erdbodens werden von dem mit dem Erdboden in erührung befindlichen Mauerwerk durch eine Isolirschicht trennt, damit die Erdfeuchtigkeit von denselben abgehalten ird. Solche Isolirschichten stellt man her durch Aufguß von sphalt, durch Auflegen von Asphaltfilz oder auch wohl Dachappen. Die Erdfeuchtigkeit dringt durch diese Schichten nicht indurch und vermag so nicht in die Wände des Gebäudes aufsteigen.

§ 27. Wände, welche aus Ziegeln ohne Putz hergestellt ind, lassen namentlich bei einer Stärke von 1 Stein den Schlagegen sehr durch; da solche schwachen Wände außerdem die Kälte schlecht abhalten, so macht man oft die Außenwände hohl, und hilft dadurch den beiden Uebelständen ab. Fig. 120 Tafel III ist der Steinverband für die schwächsten Mauern dieser Art angegeben, die Fugen sind 1 cm stark angenommen und die Maaße in Centimeter eingeschrieben. Die Mauern sind $1^1/_4$ Stein stark und haben eine senkrechte Luftschicht von $^1/_4$ Stein Breite, welche als schlechter Wärmeleiter wirkt (s. § 21 der Naturwissenschaft). Außenmauern an Wohngebäuden, welche nicht geputzt und dabei nur schwach hergestellt werden, sollte man nie ohne innere Luftschicht herstellen.

§ 28. Soll eine Wand auf beiden Seiten geputzt werden, so muß dieselbe zunächst möglichst austrocknen; der Putz erhärtet nämlich sehr schnell und schließt dann die im Innern der Mauer noch vorhandene Feuchtigkeit von der äußeren Luft ab; da so die Feuchtigkeit nicht entweichen kann, bleiben die Mauern stets feucht. Das Putzen sowohl wie das Fugen der Wände darf man nur in einer Jahreszeit vornehmen, in der möglichst kein Frost zu befürchten ist, weil durch den Frost diese Arbeit besonders leicht zerstört wird. Man unterscheidet im Allgemeinen rauhen und glatten Putz; den rauhen Putz stellt man mit einem Anwurf her, während der glatte Putz mehrere Lagen enthält, von denen die letzte glatt gerieben wird. Beim Fugen und Putzen hat man noch weit mehr wie beim Mauern darauf zu sehen, daß die Flächen, welche mit dem Mörtel in Berührung kommen, vollständig staubfrei sind, ferner, daß diese Flächen dem Mörtel nicht zu viel Wasser entziehen, weil dieser sonst nicht erhärten kann. Bei Reparaturen an Fugen und Putz wird in dieser Beziehung sehr gesündigt. Bruchsteinmauerwerk

wird selten geputzt, da an den glatten Flächen der harten Stei
der Putz schlecht haftet; aus gleichem Grunde muß man ve
meiden, die zu putzenden Flächen durch verglaste Ziegelstei
herzustellen.

§ 29. Die Wände aus Stein und Holz, *Fachwerk-wände* genannt, bestehen aus einem Rahmenwerk von Bauhol dessen Oeffnungen mit Mauersteinen ausgemauert werden. D Hölzer dieses Rahmenwerks haben verschiedene Bezeichnunge die unteren und die oberen wagerecht liegenden Hölzer (Fig. 121 heißen *Schwellen* a und *Rahmstücke* b, die in diese beide in Entfernung von 0,75 bis 1,5 m verzapften senkrechten Hölz heißen *Stiele* c, auch *Pfosten* oder *Ständer*, die schrä gestellten Hölzer, welche den Zweck haben, dem Umfallen in de Längsrichtung der Mauer entgegenwirkende Dreiecksverbindunge herzustellen, heißen *Bänder* d oder *Streben*. Würde ma nun die einzelnen Fächer, welche aus der Verbindung der eben genannten Hölzer entstehen, ausmauern, so würde das $^1/_2$ Stei starke Mauerwerk, wenn die Stiele nicht sehr kurz sind, keine genügenden Halt haben, aus diesem Grunde zapft man noc wagerechte Hölzer, *Riegel* e genannt, in die Stiele und Streben so daß die auszumauernden Fächer nur 1,5 bis 2 qm Fläch erhalten. Die Hölzer, welche man zur Herstellung von Thür und Fensteröffnungen anbringt, heißen *Thür-* und *Fensterriege* f und g. Die Stärke der Hölzer richtet sich nach dem Zwec des Gebäudes; die Eckstiele macht man gewöhnlich etwas stärke als die übrigen Stiele.

§ 30. Beim Austrocknen ziehen sich die Hölzer recht winklig zur Längsfaser zusammen, es werden also die einzelnen Fächer dann größer; dies ist der Grund, weshalb die Mauer steintafeln in Fachwerkswänden häufig so lose sind, daß sie leich herausgestoßen werden können. Diesem Uebelstande kann etwa dadurch abgeholfen werden, daß man die Holzflächen, gegen welch man die Steine mauert, mit einer Latte oder Nuth (Fig. 12 Tafel III) versieht und die Steine entsprechend behaut. Di Bewegung des Holzes, welche durch abwechselndes Trocknen un Feuchtwerden hervorgerufen wird, hat bei Fachwerkswänden noc den Nachtheil, daß der Mörtel der Fugen oder des Putzes welcher theils am Stein, theils am Holz haftet, leicht abge worfen wird. Bei Fachwerkswänden, welche dem Wind un Wetter ausgesetzt sind, dringt Feuchtigkeit vorzugsweise in di Verbindungstheile der einzelnen Hölzer, es tritt in Folge desse

er leicht ein Faulen des Holzes ein. Sollen Fachwerkswände ganz mit Putz überzogen werden, so müssen zuvor die sichtbaren Holzflächen durch nebeneinander befestigte Rohrstäbchen mit einer rauhen Fläche versehen werden, da der Putz am Holz selbst schlecht haftet; dies nennt man das **Berohren** des Holzes. Die Rohrstäbchen werden mit Draht und Nägeln befestigt. Man stellt auch durch Aufspicken des Holzes eine rauhe Fläche her, doch ist das Berohren vorzuziehen.

§ 31. Wenn die Schwelle einer Fachwerkswand nicht in ihrer ganzen Länge, sondern nur an den Enden unterstützt ist, so muß man die Wände **absprengen**, d. h. durch Streben die Last auf die Unterstützungspuncte übertragen nach den Figuren 123 und 124, welche in einfachen Linien die Bauweise andeuten. Solche Wände nennt man **Sprengwände**; c sind die festen Auflager und ab nennt man die **Hängesäulen**, welche bei a mit der Schwelle durch Eisen verbunden sind; diese Wände müssen besonders sorgfältig verzimmert werden, da ein Versacken selbst bei guter Ausführung in Folge des Schwindens der Hölzer nicht ganz zu vermeiden ist.

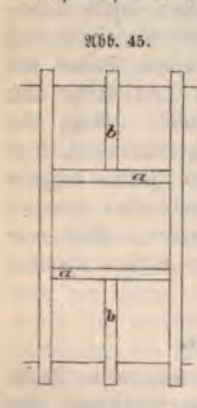
§ 32. Die Wände aus Holz errichtet man namentlich in Rußland als **Blockwände**, bei denen die Hölzer unmittelbar auf einander gelegt werden; an den Ecken und dort, wo sich Wände überschneiden, verbindet man die Hölzer durch Ueberblattung. Holzwände werden auch in der Weise hergestellt, daß man Fachwerk, statt es auszumauern, auf beiden Seiten mit Brettern bekleidet und die Zwischenräume mit Torf, Asche oder einem sonstigen schlechten Wärmeleiter ausstopft. Auch aus einzelnen Brettern, welche man durch Latten zusammenhält, baut man Wände, doch ist es zweckmäßig, in solchen Fällen doppelte Bretterwände zu wählen, welche schräg übereinander genagelt durch eiserne Nägel fest zusammengehalten werden. Will man diese Holzwände noch mit Putz überziehen, so müssen dieselben zunächst ganz berohrt werden (§ 30).

7. Balkenlagen und Decken.

§ 33. Soll über einem Raume eine wagerechte Fläche hergestellt werden, so geschieht dies durch **Ueberwölbung** oder durch Anbringung einer **Balkenlage**. Die Balkenlage besteht aus mehreren **Balken** (starken Hölzern), welche in verschiedenen Entfernungen, je nach der zu erwartenden Belastung, auf die Wände gelegt werden; sie ruhen also bei Fachwerkswänden auf

den Rahmstücken, bei massiven Wänden auf der reinen Mau oder auf schwachen Langhölzern, **Mauerlatten** genannt, welc auf dem Mauerwerk liegen. Die Stärke der Balken richtet si nach der freitragenden Länge und nach dem Zweck der Balken lage. Bei Wohngebäuden liegen die Balken durchschnittlich 1 von Mitte zu Mitte; die Höhe derselben macht man, wenn die freitragende Länge bezeichnet, gewöhnlich $= 16 + 2 . l$ cm die Breite $= \frac{7}{10}$ der Höhe. Hierdurch würden z. B. Balken welche 5 m frei liegen sollen, eine Höhe $= 16 + 2 . 5 = 26$ cm und eine Breite von $26 . \frac{7}{10} = 18{,}2$ cm erhalten. Steht unte einem Balken der Länge nach eine Fachwerkswand, so dien derselbe zugleich als Rahmstück und heißt dann **Bundbalken**; liegt der Balken der Länge nach auf einer massiven Scheidemauer, so heißt er **Wandbalken**; liegt der Balken neben eine massiven Mauer, so heißt er **Streichbalken**. Häufig könne die Balken nicht in einer Länge durchgehen, sondern müssen z. B der Feuerungsanlagen oder der Treppen wegen ausgeschnitten werden, man legt dann (Abb. 45) zwischen den beiden nächsten durchgehenden Balken ein Balkenstück a, das man **Wechsel** nennt, ein, und verbindet mit diesem Wechsel die ausgeschnittenen Balken b, welche dann **Stichbalken** heißen diese Anordnung kommt namentlich zu Durchführung von Schornsteinen durc Balkenlagen und zur Herstellung de Treppenlöcher in Anwendung. Im letzteren Falle heißt das Stück a der Treppenwechse (Abb. 44). Die Balkenlagen, welche zu Aufstellung des Dachgerüstes dienen, nenn man **Dachgebälke**. Das Feld zwische je 2 Balken nennt man **Balkenfach**; um die Balkenfache so schließen zu können, da die dadurch entstehende Decke möglichst dich wird, werden in die Balken Nuthen eingehauen und in diese entweder mit Strohlehm umwickelte Hölzer, Wellerhölze genannt, oder nur schmale Brettstücken geschoben; die Nuthe werden etwa 8 cm unter Balkenoberkante angebracht, man nagel auch statt derselben Latten an die Balken, auf welche die Füll hölzer gelegt werden. Den Raum oberhalb der Füllhölzer bis

Abb. 45.



zur Balkenoberkante füllt man mit einem schlechten Wärmeleiter aus, entweder mit Lehm, trockenem Mauerschutt, trockener Kohlenasche, geglühtem Sande, weniger gut mit Sägespänen, Häcksel ꝛc. Die Füllhölzer, welche nicht mit Strohlehm umwunden sind, müssen so weit von einander entfernt liegen, daß sie sich beim Ausquellen nicht berühren. Liegen die Wellerhölzer, wie angegeben, in der Nähe der Balkenoberkante, so entsteht der leichte, wenig warme und den Schall durchlassende Halbe Windelboden; besser ist es, die Balkenfache ganz zu füllen, d. h. die Wellerhölzer thunlichst nach unten zu legen; so entsteht der Ganze Windelboden. Dieser ist schwerer, verlangt daher stärkere Balken, ist aber in jeder Beziehung besser. Die Unterfläche der Balken wird gewöhnlich verschaalt, d. h. mit Brettern benagelt, und dann verrohrt und geputzt. Beim Verschaalen dieser Decken müssen die Bretter möglichst schmal genommen und der Länge nach möglichst oft gespalten werden, damit beim Werfen der Bretter der Putz nicht abfällt. Aus gleichem Grunde müssen die Rohrstengel der zur Anbringung des Deckenputzes nothwendigen Berohrung stets senkrecht zu der Faserrichtung der Schaaldielen gelegt werden.

Man schließt die Balkenfache auch in der Weise, daß man zwischen denselben eine Wölbung aus Ziegelsteinen herstellt. Auf die Decken, welche ohne Balkenlagen ganz aus Wölbungen hergestellt werden, kann hier nicht näher eingegangen werden.

8. Dächer.

§ 34. Das Dach besteht aus 2 Theilen, dem Dachgerüst und der Deckung.

Der äußeren Form nach unterscheidet man vorzugsweise Satteldach (Abb. 46), Pultdach (Abb. 47) und Zeltdach (Abb. 48). Die Linie, welche beim Satteldach durch die zu-

Abb. 46.

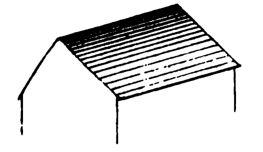


Abb. 47.

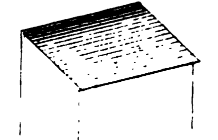
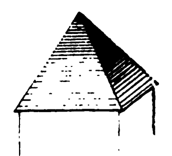


Abb. 48.



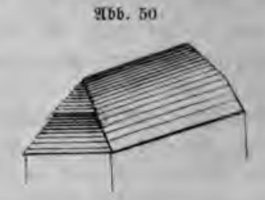
sammentreffenden beiden Dachflächen gebildet wird, heißt First. Werden die Gebäude, wie bei Abb. 45, an beiden Enden durch

gerade Giebelmauern bis zur First abgeschnitten, so nennt man die Dächer Giebeldächer; Walmdächer nennt man die Formen Abb. 49 und 50 und zwar heißt die Anordnung auf der linken Seite der ganze Walm, die auf der rechten Seite der halbe Walm. Die obersten Hölzer des Dachgerüstes,

Abb. 49.



Abb. 50



welche die äußere Form des Daches bilden, heißen Sparren. Die Unterstützung der einzelnen Sparren erfolgt nicht unmittelbar, sondern von sogenannten Dachbindern aus, d. h. es werden in Entfernungen von durchschnittlich 4 bis 5 m gewissermaßen Gerüste errichtet, welche durch Längshölzer (Rähme oder Fetten) mit einander verbunden werden; auf diesen Längshölzern kommen die Sparren zu liegen. Damit ein Verschieben der Hölzer gegen einander nicht eintritt, stellt man sowohl der Länge wie der Quere nach Dreiecksverbände her. Aehnlich wie bei den Balkenlagen müssen auch bei den Sparren Auswechselungen stattfinden, damit die Schornsteine durchgeführt werden können. Auf die Bauart der verschiedenen Dachgerüste näher einzugehen, würde zu weit führen; es sei nur noch erwähnt, daß je nach dem Deckungsmaterial die Neigung der Dachflächen verschieden sein muß. Legt man ein Satteldach zu Grunde, so nimmt man das Verhältniß der Höhe des Daches zur Gebäudetiefe gewöhnlich beim Pappdach wie 1 : 10 bis 1 : 16; beim Blechdach wie 1 : 6 bis 1 : 10; beim Schieferdach wie 1 : 4; beim Ziegeldach wie 3 : 8, auch wie 1 : 2; beim Strohdach wie 1 : 2, besser noch etwas steiler. Beim Pappdach, Blechdach und auch zum Theil beim Schieferdach, werden die Sparren unter der eigentlichen Deckung verschaalt. Man hat hierbei ein besonderes Augenmerk darauf zu richten, daß in allen offenen Räumen und bei den Dachüberständen die Schaalung gespundet wird, damit der Wind nicht durch die Fugen zwischen den Brettern hindurch das Deckmaterial abhebt. Ziegeldächer, Strohdächer und meistens auch Schieferdächer werden in der Weise hergestellt, daß

Sparren mit Latten benagelt werden und auf diesen Latten Deckmaterial befestigt wird.

§ 85. Die Ziegeldächer werden entweder mit Flach-geln, Hohlziegeln oder Falzziegeln gedeckt. Die ersteren den eingedeckt zum Spließdach, oder Doppeldach, oder onendach. Beim Spließdach beträgt die Lattenweite etwa Hälfte der Ziegellänge. Auf jeder Latte hängt eine einfache gelreihe, nur die oberste und unterste erhalten doppelte gelreihen. Unter die Stoßfugen der einfachen Reihen wird möglichst dünnes, etwa 0,07 m breites Brettchen (Spließ) lang wie die Ziegel gelegt. Soll das Dach dicht werden, so iß es böhmisch eingedeckt d. h. in fetten Kalkmörtel ein-egt werden. Das Doppeldach wird dichter gelattet 4—15 cm von Mitte zu Mitte); auf jeder Latte, mit Aus-hme der obersten und untersten, hängt ebenfalls nur eine nfache Ziegelreihe, doch bewirkt die enge Lattung, daß sich die eine 2- und theils 3fach überdecken. Vollständig dicht wird ch dieses Dach nur, wenn es in Kalk eingedeckt ist. Das ronen- oder Ritterdach wird weiter gelattet als das Spließ-ch (25—28 cm), doch erhält jede Latte eine doppelte Ziegel-ihe, so daß überall eine 2- theilweise eine 4fache Ueberdeckung ttfindet. Die Stoßfugen der untern und darüberliegenden eihe werden in Verband gelegt. Auch dieses Dach wird eistens böhmisch eingedeckt. Das Kronendach ist das schwerste nd theuerste, aber auch das beste unter den Ziegeldächern. Für ohl- und Falzziegel werden die Latten so weit genagelt, aß sich die einfachen Ziegelreihen 8 cm überdecken, die Stoß-gen in den Reihen werden durch Ineinandergreifen der Ziegel dichtet.

Die Schieferdächer werden entweder auf deutsche oder uf englische Weise eingedeckt. Die deutschen Schiefer sind in r Regel viel kleiner und von unregelmäßigerer Form als die glischen. Das deutsche Schieferdach wird meistens steiler usgeführt. Die englischen Schiefer deckt man gewöhnlich nach rt des Doppeldaches ein, entweder auf Schaalung oder Lattung. ie Lattenweite ist etwas geringer als die Hälfte der Länge er Schiefer. Jede Tafel wird auf der mittleren Latte mit Nägeln, die verzinkt sind, oder mit 2 Kupfernägeln befestigt; ämmtliche Tafelreihen werden in Verband gelegt. Die deutsche Deckung wird nur auf Schaalung ausgeführt, da die Schiefer eistens von *ungleicher* Größe sind. Die deutschen Schiefer

werden vielfach erst auf der Baustelle vom Dachdecker zuge
Mit Ausnahme der Traufe und First werden die Reih
schräger Richtung aufsteigend eingedeckt. Man nennt diese
auch Schuppendächer.

9. Feuerungs-Anlagen.

§ 36. Der Zweck jeder Feuerungsanlage ist
erzeugung; die Hitze wird um so größer sein, je vollständig
Verbrennung der Brennstoffe stattfindet. Es ist daher nach
der Naturwissenschaft nöthig, dem Feuer möglichst viel S
stoff zuzuführen. Man erreicht dies, indem man einen
Luftstrom in das Feuer führt. Hiernach sind bei jeder
rungsanlage 3 Theile zu unterscheiden, nämlich ersten
Feuerraum, die Stelle, an der das Feuerungsmaterial verb
zweitens die Vorrichtung, welche die Hitze an den umgel
Raum abgeben soll, und drittens die Anlagen, durch
ein entsprechend starker Luftstrom erzeugt wird. Der Feue
muß so eingerichtet sein, daß die Luft das Feuer in senk
Richtung durchströmen kann; man erreicht dies durch Anb
des Rostes, d. h. durch Herstellung einer durchbrochenen ei
Platte, welche meistens aus einzelnen Gußstäben hergestellt
durch deren Spalten die Luft dem Feuer auch von
zugeführt wird.

Die durch Verbrennung entstehende Hitze wird nu
dem Feuerraum in Canäle geführt, welche den Raum, an w
die Hitze abgegeben werden soll, berühren; die Länge
Canäle oder Züge ist so zu wählen, daß am Ende de
die Luft noch diejenige Temperatur hat, welche zum Auf
derselben im Schornstein und zur Erzielung einer starken
strömung erforderlich ist (s. § 3 der Naturwissenschaft).
Schornstein hat außer der Herstellung der Luftströmung
den Zweck, die Verbrennungsgase aufzunehmen und abzuf
Findet die Verbrennung unvollkommen statt, so werden
den Schornstein auch unverbrannte Kohlentheilchen abg
welche dann als dunkler Rauch sichtbar werden. Die S
steine oder die Rauchröhren werden entweder in solcher
aufgeführt, daß sie besteigbar sind (42 und 45 cm weit)
man macht den Querschnitt derselben 15 und 20 cm groß
letztere Art, welche man meistens bei den Wohngebäuden
nennt man russische Röhren. Bei der Anlage von
röhren hat man besonders darauf zu achten, daß dieselbe

lem Holzwerk um das gesetzlich vorgeschriebene Maaß entfernt leiben; wie man überhaupt bei sämmtlichen Feuerungsanlagen n besonderes Augenmerk auf die gesetzlichen und polizeilichen estimmungen zu richten hat.

10. Gasbeleuchtungsanlagen.

§ 37. Das Leuchtgas, gewöhnlich kurzweg „Gas“ genannt, ird aus Holz, Oel, Fett, Braunkohle und anderen Stoffen, och zum allergrößten Theil aus Steinkohlen hergestellt, und ar in der Weise, daß die Kohlen in dicht verschlossenen Reten geglüht werden, wobei das Gas durch angebrachte Röhren tweicht, während als Rückstand der bekannte Gas-Cokes zurückeibt. Das so gewonnene Gas wird dann noch mehrfach geinigt, wobei sich u. A. der „Steinkohlentheer“ absondert, bis schließlich in große Behälter, „Gasometer“ genannt, gelangt, wo aus es in Röhren zur Verbrennungsstelle weiter geleitet rd. Das Leuchtgas besteht aus einer Verbindung von Kohlenff und Wasserstoff; beim Brennen wird der Kohlenstoff in er Form ausgeschieden und in dem verbrennenden Wasserstoff m Glühen und somit zum Leuchten gebracht.

Das Gas macht sich durch seinen Geruch bemerkbar, es ist ftig und darf deshalb nicht eingeathmet werden. Es ist leichter ls die Luft und deshalb ist bei einer Gasleitung an dem chsten Puncte der größte Druck vorhanden. Wenn sich das as mit gewissen Mengen atmosphärischer Luft mengt, so wird e Mischung explodirbar, d. h. es erfolgt beim Entzünden die erbrennung in plötzlich heftiger Weise (Gasexplosion).

§ 38. Die Gasleitungsrohre werden aus Gußeisen (bei rößeren Weiten) oder aus Schmiedeeisen (bei geringeren Weiten) hergestellt und erstere mit Muffen versehen, die mit Theerstricken nd Blei gedichtet werden. Bei den schmiedeeisernen Rohren erwendet man Muffendichtungen mit sog. Gasgewinden. Bei er Verlegung der Leitung ist darauf zu achten, daß dieselbe leichmäßig zu liegen kommt und nicht p l ö t z l i c h e Einsenkungen bildet werden, in denen sich Wasser ansammelt, das man nicht entfernen kann. Da die Bildung von Wasserniederschlägen in den Gasröhren nicht zu vermeiden ist, so dürfen die Leitungsöhren nie wagerecht, sondern müssen stets mit Gefälle 1:100 bis 1:300) angelegt werden. In die auf diese Weise bsichtlich gebildeten tiefsten Puncte setzt man sog. Wassertöpfe in, aus denen man dann nach Bedarf das Wasser auspumpt.

Abb. 51 stellt einen Wassertopf im Querschnitt dar. a ist gußeiserne cylindrische Topf mit 2 Muffen (c c), in welche

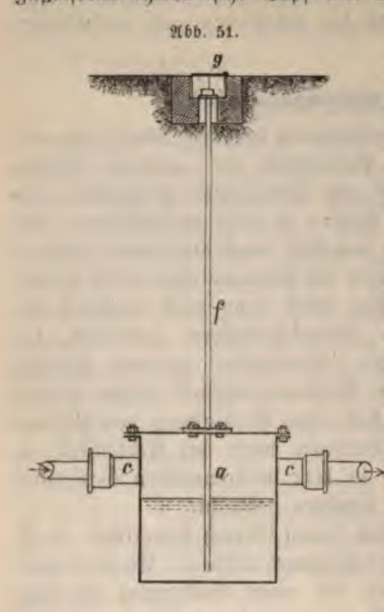


Abb. 51.

Gasleitungsröhren hinei steckt werden. F ist Auspumprohr, das bis Straßenpflaster bezw. bis Erdoberfläche hoch geführt und da durch eine Schra g verschlossen wird. In Topf a kann nun das Wa von beiden Seiten zusamm laufen. Steigt der Was spiegel bis zum Rohre c droht den Durchfluß Rohres zu sperren, was am Zucken der Flam erkenntlich macht, so schra man die Schraube g hera setzt eine kleine Pumpe und pumpt das Wasser hera

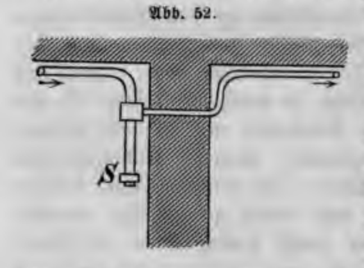
§ 39. Da das G welches meist von besonde außerhalb des zu beleuchten Grundstücks belegenen G anstalten bezogen wird, nach den verbrauchten Mengen bezahlt w so gebraucht man zum Messen der Gasmengen besondere Appar sog. Gasuhren oder Gasmesser, die meistens gleich hinter Einmündung auf dem zu erleuchtenden Grundstücke aufges werden. Man unterscheidet trockne und nasse Gasmesser. letzteren müssen genau wagerecht in mäßig warmen Räu aufgestellt werden, während erstere selbst eine schiefe Lage nehmen und dem Frost ausgesetzt werden können. Die na Gasmesser werden am häufigsten angewendet, da deren G werk einfacher ist wie das des trocknen Gasmessers. Au dem sind die nassen Gasmesser billiger. Bezüglich der Beha lung der nassen Gasmesser bleibt zu beachten, daß sie stets gute Füllung haben müssen. An frostsicheren Orten füllt sie mit reinem Wasser. Sind die Gasmesser jedoch der Ge des Einfrierens etwas ausgesetzt, so nimmt man zur Füll eine Mischung von 70 Theilen Glycerin und 30 Theilen W oder füllt sie auch wohl nur mit Glycerin.

Die Gasmesser sind mit einem Zählwerk versehen, an dem die verbrauchte Gasmenge genau ablesen kann. Die weitere ltung sowie auch die Füllung der Gasmesser besorgen die effenden Gasanstalten.

§ 40. Um etwaige Undichtigkeiten in den Gasleitungen ermitteln, vergleicht man den Gasverbrauch mit dem der hen Zeit des Vorjahres. Ist er erheblich höher, ohne daß sonderer Grund dazu vorliegt, so muß die Ursache in den ungen gesucht werden. In Gebäuden machen sich größere chtigkeiten durch Geruch geltend, kleinere Undichtigkeiten man durch Ableuchten finden. Im ersteren Falle müssen schadhaften Theile entfernt und durch gute ersetzt werden, letzteren kann man meistens durch Umschmieren mit Gas-ngskitt (Mennige oder Bleiweiß mit dickem Leinölfirniß zu steifen Brei zusammengerieben) abhelfen. Bei Unter-ung der Erdleitungen stößt man in gewissen Entfernungen r in den Erdboden und prüft, ob sich Gasgeruch bemerkbar t. Kommt man so nicht zu einem befriedigenden Ergebniß, muß man die Leitung aufgraben und so die undichte Stelle en, um sie unter Verwendung von Ueberschiebern auszuwechseln. stopfungen in den Leitungen machen sich durch schlechtes nnen bemerkbar. Zur Auffindung der verstopften Stelle dient man sich des Gasdruck-Manometers. Die Versuche mit m Manometer dürfen aber nur gemacht werden, wenn voller uck vorhanden ist und die Flammen sämmtlich brennen. Das nometer besteht aus einem U förmig gebogenen Glasrohr, ssen Schenkel mit Eintheilung versehen sind und das mit sser gefüllt ist. Das eine Ende der Glasröhre wird mittelst ines Gummischlauches mit der Gasleitung in Verbindung ge-acht (auf einen Brenner geschoben) und dann der Gashahn öffnet, so daß man den Gasdruck durch den Unterschied im Stande des Wassers der beiden Rohrarme ablesen kann. Man mißt auf diese Weise die Druckhöhe der Reihe nach bei allen Flammen, findet man nun eine plötzliche Verringerung des Druckes, so ist daraus auf eine Verstopfung der Röhre zu schließen, und der Fehler liegt zwischen den Flammen, zwischen denen sich der Druckunterschied bemerkbar machte. Die Fehler werden beseitigt durch Anwendung der Luftpumpe, indem man die angesammelten Unreinlichkeiten bis zum nächsten Wassertopf drückt und dann auspumpt, oder durch Aufgraben und Aufnehmen der Leitung.

§ 41. Wenn Gasleitungen aus der Erde oder aus ei warmen Raume plötzlich ins Freie geführt werden, so ko es bei starkem Frost vor, daß diese Stellen einfrieren Das enthält Wassertheile, die bei plötzlichem Wechsel der Tempe

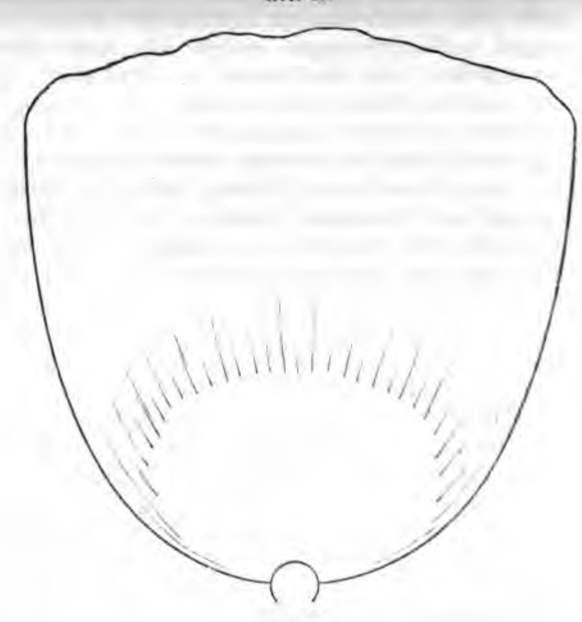
Abb. 52.



sich an den Wandungen ni schlagen, Reif und Eis bi und auf diese Weise das nach und nach vollständig füllen. Man vermeidet di Uebelstand, wenn man es so richtet, daß die Leitung dem warmen Raume hin fälle hat. Bei Leitungen Gebäuden ist außerdem Abb. 52 bei S ein Wassersack anzulegen, in dem das W sich sammeln kann.

Zugereifte oder gefrorene Leitungen füllt man mit ritus an, der dann die gefrorenen Theile auflöst. Bei

Abb. 53.



ngen verwendet man heißes Wasser (oder nicht zu hoch
nnten Dampf), das man alsdann am nächst gelegenen Wasser=

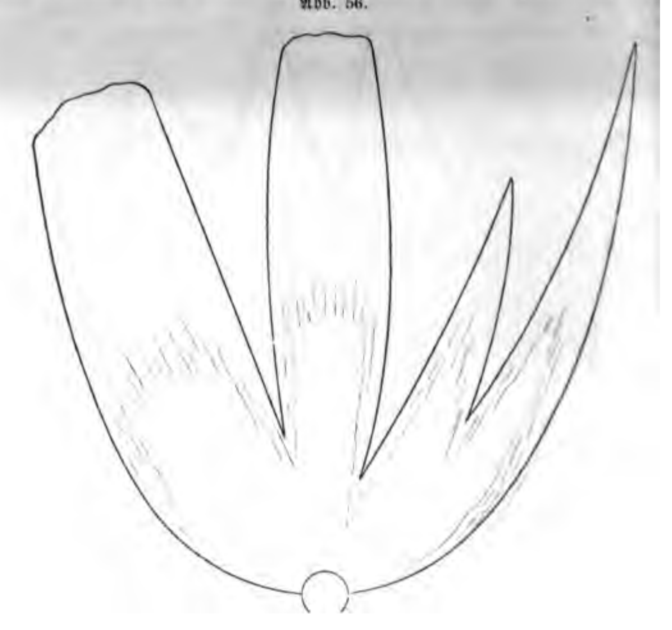
Abb. 54.

Abb. 55.

topf wieder auspumpt. Das Aufthauen der Rohre durch Um-wickeln von Putzwolle, die mit Petroleum getränkt ist und d- dann angezündet wird, ist der sonstigen Nachtheile wegen z- vermeiden.

§ 42. Ein Haupterforderniß zur Erzielung einer hel- leuchtenden und sparsamen Flamme ist der Brenner. Ma- unterscheidet Flachbrenner und Rundbrenner*), ersterer ohn- letzterer mit Cylinder. Die Form des Brenners, der meisten aus Speckstein hergestellt wird, kommt dabei weniger in Frag- als die Form der Flamme, welche durch den Brenner erzeug- wird. Die in Abb. 53 dargestellte Flamme, bei welcher d- Höhe mindestens ebenso groß ist als die Breite, muß als g- bezeichnet werden. Dieselbe gebraucht etwa 175 Liter in d- Brennstunde. Die Form, welche Abb. 54 darstellt, ist schlech- bei ihr ist die Höhe niedriger als die Breite, der Gasverbrau- beträgt etwa 228 Liter in der Stunde. Am schlechtesten sin-

Abb. 56.



*) Näheres s. das A. B. C. des Gasconsumenten. Verlag v- J. F. Bergmann, Wiesbaden.

men, wie sie in Abb. 55 und 56 dargestellt sind; sie ent-en, wenn der Druck zu stark und die Brenneröffnung etwas stopft ist. Solche Flammen verbrauchen bis 245 Liter in r Stunde. Abhülfe ist zu schaffen durch Verminderung des uckes und Reinigung des Brenners.

11. Preisangaben aus dem Hochbau.

A. Bedarf an Materialien.

a. Bruchsteine.

cbm volles Bruchsteinmauerwerk erfordert	1,25 cbm Bruchsteine
desgl. mit gewöhnlichen Fenster- und Thüröffnungen	1,125 cbm „

Größere Oeffnungen werden in Abzug gebracht.

b. Mauersteine.

Normalformat = 25 . 12 . 6,5 cm. Lagerfugen 12 mm. Stoßfugen 10 mm.

1 cbm volles Mauerwerk erfordert	400	Steine
1 qm Fachwand ½ Stein stark nach Abzug des Holzes	35	„
1 qm Plaster auf der flachen Seite	32	„
1 qm desgl. auf der hohen Kante	56	„
1 lfd. m Rollschicht	14	„
1 stgd. m freistehendes russisches Rohr, 20 cm im Quadrat weit, Wangen ½ Stein stark .	70	„
1 desgl. 2 Rohre nebeneinander	115	„
1 desgl. 3 Rohre nebeneinander	160	„
1 stgd. m freistehendes besteigbares Rohr, 45 cm im Quadrat weit, Wangen ½ Stein stark	120	„
1 desgl. 2 Rohre nebeneinander	205	„
1 qm Kappengewölbe ½ Stein stark (auch böhmisch)	56	„
1 qm Tonnengewölbe ½ Stein stark	82	„
1 qm „ 1 Stein stark	165	„
1 qm Kreuzgewölbe ½ Stein stark mit 1 Stein hohen und 1½ Stein starken Graten . .	100	„

Für Bruch rechnet man außerdem noch etwa 5%.

c. Dachsteine.

365 mm lang, 155 mm breit, 12 mm stark.

1 qm Spließdach 200 mm weit gelattet . .	35 Dachsteine
1 qm Doppeldach 140 mm weit gelattet . .	50 „
1 qm Kronendach 250 mm weit gelattet . .	55 „
1 lfd. m Firsteindeckung bei Firstziegeln von 40 cm Länge und 10 cm Ueberdeckung	$3^{1}/_{3}$ Firststeine

Für Bruch hierzu etwa $5^{0}/_{0}$.

d. Kalk (gelöscht).

1 cbm Bruchsteinmauerwerk erfordert	150	Liter
1 cbm volles Ziegelmauerwerk	120	„
1000 Mauersteine	330	„
1 qm Fachwand $^{1}/_{2}$ Stein stark	12	„
1 qm Ziegelpflaster, hochkantig, in Mörtel . .	13	„
1 desgl. nur die Fugen vergossen	6	„
1 desgl. flachseitig, in Mörtel	7	„
1 desgl. nur die Fugen vergossen	4,	„
1 qm Kappengewölbe $^{1}/_{2}$ Stein stark	18,5	„
1 qm Tonnengewölbe $^{1}/_{2}$ „ „	27,0	„
1 qm „ 1 „ „	54,0	„
1 qm Kreuzgewölbe $^{1}/_{2}$ Stein stark	33,0	„
1 qm Putz auf massiven Wänden, 15 mm stark	8	„
1 qm Putz zu schlemmen	0,75	„
1 qm einmal zu weißen	0,25	„
1 qm Ziegelmauerwerk zu fugen	2	„
1 qm Fachwerk zu fugen	1,5	„
1000 Dachsteine böhmisch in Kalk legen . . .	280	„
1000 Dachsteine zu verstreichen	200	„
100 Hohlziegel in Kalk legen	260	„
100 Hohlziegel zu verstreichen	180	„

e. Sand.

Bei gewöhnlichen Maurer-Arbeiten erhält man die erforderliche Menge Sand, wenn man die Anzahl der erforderlichen Liter Kalk mit 2, bei Fundamentmauerwerk mit 3 multiplicirt.

1 qm Feldsteinpflaster erfordert	0,16 cbm Sand
1 qm Mauersteinpflaster erfordert. . . .	0,10 cbm „

B. Materialienpreise.*)

	Berlin ℳ
1 cbm Bruchsteine	10,00
1000 gewöhnliche Mauersteine	20—30,00
1000 bessere Mauersteine	35—44,00
1000 Dachsteine	45,00
1 cbm Kalk gelöscht	13,00
1 cbm Mauersand	2,50
1 Tonne Cement**)	7—10,00
50 kg Gips	2,00
1 cbm Eichenholz geschnitten	80,00
1 cbm Kiefernholz geschnitten bis 9 m lang	45,00
1 desgl. bis 15 m lang	50,00
50 kg Schmiedearbeiten	25,00

C. Arbeitspreise.

a. Maurerarbeiten.

	Berlin ℳ
1 cbm Boden der Fundamentgräben auszuheben und 50 m zu karren	0,70
1 cbm Boden abzufahren (1 Fuhre = 2 cbm)	2,00
1 cbm Kellermauerwerk aus Bruchsteinen	3,50
1 desgl. aus Ziegeln	4,00
1 cbm Ziegelmauerwerk des Erdgeschosses	4,25
1 desgl. der höheren Stockwerke, pro Stockwerk mehr	0,50
1 qm Fachwerk $^1/_2$ Stein stark ohne Abzug der Holzflächen	0,60
1 qm Ziegelpflaster, hochkantig in Mörtel	1,10
1 desgl. flachseitig	0,60
1 stgd. m russisches Rohr freistehend	2,25
1 qm Kappengewölbe $^1/_2$ Stein stark einschl. der Hintermauerung, Vorhalten der Lehrbögen und der Schaalung	2,00

*) Den nachfolgenden Materialien- und Arbeitspreisen sind Berliner Verhältnisse zu Grunde gelegt. Wenn die Preise auch zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten sehr schwanken, so werden doch immer die nachstehenden Angaben als Anhaltepunkte beim Veranschlagen genügen.

**) Bezüglich der Bedingungen über Lieferung und Prüfung des Cements s. Fortschritte des Eisenbahnwesens Seite 118. Verlag von J. F. Bergmann, *Wiesbaden.*

Be

1 qm Tonnengewölbe wie vor (in der Ebene gemessen) 3
1 qm Tonnengewölbe 1 Stein stark 5
1 qm Kreuzgewölbe 1/2 Stein stark mit 1 Stein hohen und 1 1/2 Stein breiten Graten 4
1 qm Ziegelmauerwerk gewöhnlich zu fugen 0
1 qm glatter Putz auf massiver Wand 0
1 qm desgl. auf Fachwand incl. Rohr, Draht, Gips und Nägel 0
1 qm Putz auf Holzschaalung mit einfacher Berohrung desgl. 1
1 qm desgl. mit doppelter Berohrung 1
1 qm Putzfläche mit Weißkalk abschlämmen 0

Vorhalten der Geräthe und Rüstungen, 5% vom Arbeitslohn, Tagelohn für 10 Arbeitsstunden: Polier 7,5—10 M.; Geselle 5—6 M.; Bursche 2,5 M; Arbeiter 3,50 M.

Für Mauerwerk in Cementmörtel ist 1—1,5 M. für den c Zulage zu rechnen, bei verlängertem Mörtel rechnet m 0,50—0,75 M. Zulage für den cbm.

b. Zimmer- und Staakerarbeiten.

Be

1 lfd. m Balkenlagen zuzurichten und zu verlegen . . 0,
1 lfd. m Mauerlatten desgl. 0,
1 lfd. m Kreuzholz zu Fachwerk desgl. 0,
1 lfd. m desgl. zu Dachverbänden 0,
1 qm Bauholz zu hobeln 0,
1 lfd. m Bauholz abzufasen 0,
1 qm rauhe Dachschaalung incl. Material (2,5 cm stark) 2,
1 qm desgl. gespundet 2,
1 qm Balkendecke mit Schaalen zu staaken, einschl. Annageln der Latten an die Balken, mit Strohlehm zu verschmieren und bis Oberkante Balken mit reinem trocknen Lehm zu verfüllen einschl. Lieferung aller Materialien . . . . 1,00—1

Bem.: Zur Ausfüllung der Balkenfache kann außer rei trocknen Lehm auch trockner, am besten geglühter Sa oder frische Coaksasche — niemals jedoch alter Bauschutt o abgelagerter Coaks oder Steinkohlenschlacke — verwendet wer Für die Aufnahme der Staakhölzer sind die Balken nicht *Falzen zu* versehen, sondern, wie vorstehend angegeben,

Latten zu benageln. Zur Erzielung einer größeren Tragfähigkeit der Balkendecke empfiehlt es sich, bei gewöhnlichen Einschubdecken von Meter zu Meter kräftige Kreuzstaaken von Eichenholz anzubringen.

	Berlin M
1 qm rauhe Deckenschaalung einschl. Material (2 cm stark)	1,50
1 qm gehobelte Schaalung, 2,5 cm stark, die Fugen gestäbt, einschl. Material	4,00
1 qm rauher Fußboden, 2,5 cm stark, einschl. Material	2,25
1 qm desgl. gespundet	2,50
1 qm desgl. gehobelt und gespundet	4,00
1 lfd. m gewöhnliche gekehlte Fußleisten einschl. Material	0,50
Für eine Thüröffnung in einer $1^1/_2$ Stein starken Wand die erforderlichen schwalbenschwanzförmig bearbeiteten Dübel, sowie 8—10 cm starke Ueberlagsbohlen anzuliefern, durchschnittlich	4,50
Desgleichen für eine 2 Stein starke Wand	5,00

Bem.: Thürdübel sollen nur in Wänden von $1^1/_2$ Stein Stärke und darüber angewendet werden, wenn es sich nicht um Räume handelt, bei denen auf eine lebhafte Benutzung der Thüren gerechnet werden muß. Für Thüröffnungen in Wänden von 1 Stein Stärke und darunter sind stets Bohlenzargen, für solche in Wänden von $1^1/_2$ Stein und darüber aber in der Regel Kreuzholzzargen vorzusehen.

1 Stufe einfacher eingelochter in allen sichtbaren Flächen gehobelter Treppe, Wangen 6,5 cm, Trittstufen 5 cm, Setzstufen 2,5 cm, bei 1 m Breite . .	12,00
1 Stufe aufgesattelter Treppe desgl	14,00
Vorhalten der Geräthe und Rüstungen 5% vom Arbeitslohn.	

Tagelohn für 10 Arbeitsstunden: Polier 7,5—10 M.; Geselle 5,00—6,00 M.; Bursche 2,5—3,00 M.; Arbeiter 3,50 M.

c. Steinmetzarbeiten.

Aus Sandstein:

	M
1 lfd. m Treppenstufe zweiseitig charrirt im Uebrigen gespitzt	3,00—3,50
1 lfd. m desgl. ringsum charrirt	4,50—5,50
1 lfd. m Auflagerfalz als Zulage	0,50—0,70
Rohe Bindersteine 0,60 m lang, 30/30 cm stark . .	0,50
Bearbeitete desgl.	1,00

Aus Granit:

	ℳ
1 lfd. m Treppenstufe zweiseitig gestockt	4,50—5,00
1 lfd. m Geschlinge zu Einfassungen auf Senkgruben, Brunnen u. s. w. mit Falz zur Aufnahme von hölzernen Belägen	6,00—8,00
Granitsäulen, quadratisch gespalten, 18—20 cm im Geviert zu Schranken und Zäunen	
1,60 m lang	2,00
2,00 m „	2,50
2,50 m „	3,50
Ein Bohrloch von 20—25 mm Weite in die Säulen zu arbeiten	0,25
Eine Granitsäule (Zaunsäule) wie vor 2,80 m lang, 20—23 cm stark mit 2 eingestemmten Riegellöchern und 2 eingegipsten Riegelhaltern .	6,00—7,00

(Vorstehende Preise gelten frei Bahnwagen der dem Bruche zunächst gelegenen Bahnstation.)

d. Brunnenarbeiten.

	Berlin ℳ
1 stgd. m Brunnenkessel aufzumauern und bis aufs Wasser zu senken, für den qm Grundfläche . .	10,00
1 stgd. cm desgl. vom Wasserspiegel bis 6 m darunter	12,00—15,00
Ein Brunnenkranz 1 m im Lichten weit aus doppelten 5cm starken kiefernen Bohlen mit kräftiger Schneidekante aus kiefernem Holze, gehörig verbolzt	20,00—25,00
Ein desgl. für einen 5 m weiten Brunnen, 24 cm stark und 30 cm breit aus Kiefernholz . . .	100,00
Die eiserne Schneidekante und Verbolzung dazu . . .	250,00
Ein lfd. m kiefernes Brunnenrohr 30 cm im Durchmesser, oberhalb der Erde sauber gehobelt und gekehlt und mit gedrehtem Kopf versehen .	5,00—6,00
Ein lfd. m Brunnenrohr innerhalb des Brunnens	3,50—4,00
Eine eiserne 16 cm weite Rohrbuchse zum Verbinden der hölzernen Röhren, etwa 5 kg schwer . . .	3,50
Ein eiserner Schwengel mit Stütze oder Klaue, eiserner Zugstange, Ringen, Bolzen, Splinten, Schrauben und gebogenem Ausguß, etwa 40 kg schwer .	28,00
Ein Kolben mit Ventil und Bügel einschl. der Belederung	10,00

	Berlin ℳ
n kupfernes, innen geschliffenes Stiefelrohr 0,52 m lang, 0,12 m im Durchmesser, 2mm Wandstärke	12—15
r Einbohren und Anbringen des Eisenzeugs, Zusammenpassen der Röhren, sowie Aufstellen und Gangbarmachen der Pumpe	20—25
gelohn für 10 Arbeitsstunden: Brunnenbauer 6,00—8,00 M.; Gehülfen 5,00—6,00 M.	
n Kilogramm gutes Leder zur Belederung der Kolben und Ventile	2,50—3,00
m Klären des Brunnenwassers verwendet man Holzkohle und Steinsalz und kosten	
100 kg Holzkohle	5,00—6,00
100 kg Steinsalz	18,00—20,00

e. Dachdeckerarbeiten incl. Material.

qm Strohdach	2,00
qm Rohrdach	2,20
qm Spließdach	3,10
qm Doppeldach	4,25
qm Kronendach	4,00
qm Falzziegeldach	4,50
qm Schieferdach	4,00—4,50

In Deutschland sind vom Dachschiefer folgende rechteckige ifelgrößen üblich:

aße in mm	Ueber-deckung	10 qm erfordern		1000 Stück decken qm		1000 Stück wiegen kg	kosten in Lehesten, Herzogthum Sachsen-Meiningen
		einfach	doppelt	einfach	doppelt		
.0×356	7	65	105	154,11	95,94	3650	258 Mark
.0×305	7	79	122	126,70	82,24	2800	212 "
i9×305	7	88	135	114,77	74,49	2600	191 "
i9×279	7	98	147	102,35	68,29	2400	171 "
)8×254	7	125	180	80,59	55,63	1900	135 "
i7×254	7	141	204	71,24	49,17	1600	119 "
)6×254	7	162	234	61,90	42,72	1400	106 "
7×229	7	163	226	61,41	44,26	1450	104 "
6×229	7	188	260	53,35	38,45	1450	92 "
6×203	7	224	293	44,81	34,18	1000	77 "

Schieferdächer sind stets auf einer aus schmalen Brettern hergestellten Schaalung einzudecken. Es empfiehlt sich auch, um das Durchdringen von Schnee, Staub und Ruß zu verhüten, auf die Schaalung zunächst eine Lage Dachpappe aufzubringen.

Zur Befestigung des Schiefers sind Kupfernägel oder auch gut verzinkte oder verkupferte Eisennägel zu verwenden. Englischer Schiefer ist etwa 30% leichter als deutscher .

	Berlin ℳ
1 qm Steinpappdach, einfach	1,00
1 qm Doppeldach aus Steinpappe	1,50
1 qm einfaches Holzcementdach (4 Lagen Papier) mit Trauf- und Giebelkanten und Kiesleisten aus Zinkblech Nr. 14, sowie Umdeckung der Schornsteine und Aussteigeluken mit Zinkblech derselben Stärke (ohne Abzug der Schornsteine und Luken)	3,00
1 qm Holzcementdach als Doppeldach (eine Lage Dachpappe und 3 Lagen Papier), sonst wie vor	3,50

f. Klempnerarbeiten einschl. Material.*)

1 qm Gesimsabdeckung mit Zink Nr. 12	5,50
1 lfd. m Dachrinne, 0,50 m breit, Zink Nr. 12 . .	3,00
1 Rinneisen	0,50
1 m Abfallrohr, 30 cm im Umfang, Zink Nr. 12 .	2,50
1 Schelleisen	0,50
1 qm Rauchmantel, Zink Nr. 12	6,00

g. Tischlerarbeiten einschl. Material.

1 qm einfl. Fenster, 3,5 cm stark	6,00
1 qm zweifl. und mehrflügliche Fenster, 4 cm stark .	8,00
1 qm desgl. 5 cm stark	10,00
1 qm Latteibrett bezw. Fensterbrett mit eingeschobenen Gratleisten (2,5 cm)	5,00
1 qm glatter Fensterladen, 2,5 cm stark mit Hirnleisten	6,00
1 qm einfache jalousieartige Thür mit Futterrahmen	10,00
1 qm Kreuzthür, 3,5 cm stark	8,00
1 qm Sechsfüllungsthür, 4 cm stark	9,00
1 qm Flügelthür, 4 cm stark	11,00
1 qm zweiflügliche Hausthür	16,00

*) Eingehende Bestimmungen und Vorschriften über Dachrinnen siehe: „Fortschritte des Eisenbahnwesens" Seite 127. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

	Berlin ℳ
1 m gewöhnlichen Futterrahmen	1,00
1 qm gestemmtes Futter	6,00
1 m gekehlte Bekleidung, 2,5 cm stark	0,75
1 qm Wandbekleidung in Füllungen, 2,5 cm stark .	10,00

Bem. An äußeren Thüren und Fenstern sind angeleimte oder angeschraubte Sockel, Capitäle u. dergl. aus Holz oder Zink möglichst zu vermeiden; auch müssen die Wasserschenkel der äußeren Fenster mit dem unteren Rahmstück stets aus einem Stück bestehen.

h. Schlosserarbeiten einschl. Material.

1 einfl. Fenster mit 2 Aufsatzbändern, 2 Vorreibern, 4 Ecken, 1 Aufziehknopf	3,00
1 zweifl. desgl. mit 2 Vorreibern, 4 Aufsatzbändern, 8 Ecken, 2 Knöpfen	5,00
1 zweifl. desgl. mit Basculverschluß oder Espagnoletteverschluß	8,00
1 vierfl. mit Vorreiberverschluß	7,00
1 vierfl. unten Bascul, oben Vorreiber	15,00
1 Thür mit Bändern, Ueberwurf und Krampe . . .	4,00
1 desgl. mit Aufsatzbändern und Riegelschloß . . .	9,00
1 desgl. mit eingestecktem oder Kastenschloß	10,00
1 desgl. mit Messingdrückern und Schildern	13,00
1 Flügelthür desgl.	20,00
1 zweifl. Hausthür desgl.	40,00

i. Glaserarbeiten einschl. Material.

1 qm halbweißes Glas	3,50
1 qm weißes rheinisches Tafelglas	5,00
1 qm mattes Glas	2,50
1 qm Rohgußglas von 8—14 mm Stärke zur Eindeckung von Oberlichtern, Bahnsteighallen ꝛc. . .	10—15

k. Malerarbeiten einschl. Material.

1 qm Holzfläche verkitten und dreimal mit Oelfarbe streichen	0,80
1 qm desgl. weiß	1,00
1 qm desgl. und 2mal lackiren	1,60
1 qm holzartig streichen und lackiren	1,50

Be

1 qm Fenster außen holzartig, innen weiß streichen und lackiren 1
1 qm Wandputz ölen und 3mal mit Oelfarbe streichen 1
1 qm Wandputz 2mal mit Kalkfarbe streichen . . . (
1 qm Wand seifen und mit Leimfarbe streichen . . (

l. Tapeziererarbeiten.

1 Stück Tapete auf die Wand kleben, Wand zu leimen und Bandstreifen zu befestigen . . . . . . (
1 desgl. auf Maculatur . . . .
1 desgl. und die Maculatur mit Bimstein abzureiben
1 m Borte oder Frise kleben . . . . (

m. Töpferarbeiten incl. Material.

1 bunter Ofen, $2^1/_2$ und $3^1/_2$ Kacheln, 9 Schichten hoch . . . .
1 halbweißer desgl. . . . .
1 feiner weißer desgl.. . . . .
1 Kochherd von bunten Kacheln nebst Bratofen . . .

Bem. Unter Oefen und Kochmaschinen dürfen die Die beläge nicht durchgeführt werden, vielmehr sind für diese besondere von der Dielung unabhängige Unterbauten zu scha Sofern die bezüglichen baupolizeilichen Bestimmungen nicht deres vorschreiben, müssen zu dem Zwecke in Räumen Balkenlagen auf oder zwischen den Balken hinlänglich st Ausbohlungen angebracht werden, während in unterwölbten solchen Räumen, unter denen sich feuerfeste Decken oder Erdboden selbst befindet, besondere Fundamente aufzuma sind. Kachelöfen oder Kochmaschinen aus Kacheln werden den Unterbauten — und zwar in gedielten Räumen unter wendung eines hölzernen Rahmens, gegen den der späte verlegende Fußboden stößt — unmittelbar aufgebaut. eiserne Oefen und Kochmaschinen sind dagegen auf den bohlungen u. s. w. zunächst große Steinplatten oder Fliesen – Räumen mit Balkenlagen unter Einbringung eines entspre starken Lehmschlages über den Balken u. s. w. — zu ver und auf diese dann die Oefen 2c. zu setzen. Eine Beklei der unter den Oefen befindlichen Holztheile mit Blech ge in keinem Falle.

n. Steinsetzerarbeiten.

	Berlin ℳ
m Feldsteinpflaster umzupflastern	0,75
m Kopfsteinpflaster desgl.	1,00
m Pflaster von runden Feldsteinen einschl. Material zu fertigen	2,00
m desgl. von geschlagenen Feldsteinen	3,75
m desgl. von Quadratsteinen	8,00

bm Pflastersteine giebt 5—6 qm Pflaster.
bm Pflastersteine wiegt etwa 1800 kg.

o. Asphaltarbeiten incl. Material.

m Isolirschicht 1 cm stark von gegossenem Asphalt	1,75
m Isolirschicht aus doppelten Isolirplatten . .	1,5—2,0
m desgl. für Brückenabdeckungen aus doppelten Isolirfilzplatten und Asphaltüberguß . .	3,00—3,50
m Pflaster 2,0 cm stark zu belegen	2,75
m desgl. 2,5 cm	3,50

Bem. Isolirschichten zur Abhaltung der aufsteigenden feuchtigkeit sind in der Regel in einer Stärke von 1 cm), wenn irgend thunlich, aus Gußasphalt zur Ausführung zu gen. Fußbodenbeläge aus Asphalt sollen 1,5—2 cm stark fertigt werden. Als Unterlage für den Asphalt empfiehlt entweder hochkantiges Ziegelpflaster oder eine Betonschicht nicht unter 10 cm Stärke.

p. Gas- und Wasserleitungsanlagen.

lfd. m gußeiserne Gasrohrleitung einschl. der Façonstücke und des Dichtungsmaterials zu liefern und zu verlegen, jedoch ausschl. der Erdarbeiten.

Durchmesser der Rohre in Millimeter

	40	50	65	80	105	130	155	210	265
is in Mark	5,00	5,50	6,10	6,75	9,50	11,60	13,80	20,50	26,00

lfd. m Rohrgraben bis 1,3 m tief auszuheben, wieder zuzuwerfen und festzustampfen (ohne Pflasterarbeit) je nach Beschaffenheit des Bodens . . . . . 0,60—2,00

lfd. m schmiedeeiserne Gasrohrleitnng einschl. der Façonstücke zu liefern, zu legen und zu befestigen:

Durchmesser in Millimeter

	6	9	13	16	19	25	31	38	50	75
eis in Mark	1,40	1,50	1,70	1,90	2,20	2,60	3,00	3,80	5,00	10,00

1 lfd. m Bleizufluß-Wasserleitung zu liefern, zu verlegen anzubringen einschl. des Dichtungsmaterials und Façonstücke:

Durchmesser in Millimeter

	13	19	25	31	38	50 mm
Preis in Mark	1,75	2,60	3,50	4,50	6,00	7,00 *M*

1 lfd. m Bleiabflußrohr wie vor:

38	50	63	100 mm
2,75	3,00	3,50	8,00 *M*

1 lfd. m gußeisernes Zuflußrohr wie vor, ausschl. Erdarbei

38	50	63	75	100 mm
3,60	4,70	5,70	6,20	8,50 *M*

1 lfd. m gußeisernes Abflußrohr wie vor:

63	100	125	150	200 mm
3,30	4.00	5,50	6,75	10,00 *M*

1 m Thonrohrleitung aus innen und außen glasirten Mu röhren zu liefern und zu verlegen ausschl. Erdarbeit

100	125	150	200	225	250	300 mm
2,50	3,00	3,60	4,60	5,75	7,40	9,60 *M*

Be

1 kg gerades Gußrohr 0
1 kg gußeisernes Façonrohr 0
1 kg desgl. mit abgedrehten Flantschen 0
1 kg innen verzinktes Bleizuflußrohr 0,
1 kg Bleiabflußrohr 0,
1 kg Theerstricke 0,
1 kg Weißstricke 0,
1 kg Muldenblei . . . . 0,40—0,
1 gußeiserner Gascandelaber zu Straßenlaternen . . 20,
1 Erdbock dazu 10,
1 Satz Fußschrauben dazu 1,
1 Laterne ausschl. der Verglasung 17,
1 Laternenbügel mit Befestigungsschraube 2,
1 gußeiserner Laternenarm . . . . 4,00—7

Alphabetisches Inhaltsverzeichniß des ersten Theiles.

	Seite
A.	
en	139
e	170
t	8
n	9
nsmethode	49
on	91
he Dreiecke	64
:	160
atzustände	90. 103
ter	159
a	7
aische Gleichung	32
n	99
ische Gleichung	32
ungskraft	90. 92
einer Kraft	107
preise	201
etik	7
he Brunnen	96
t	166
tarbeiten	209
tpappe	166
tguß	173
tirung	173
phärendruck	97
ren	103. 171
en	15
erungsverhältniß	168
ung	8
g	171
nung	101. 103
ihlung	101. 103
winkel	62

	Seite
B.	
Balkenfach	188
Balkenlage	187
Bänder	186
Basalt	159
Basen	99
Bauconstruktion	167
Baugrund	174
Bauholz	157
Baumaterial	157. 165
Bausteine	159
Beharrungsvermögen	92
Berohrung	187
Beschleunigung	91
Bewegung	91
Bewegungsgröße	92
Biegungsfestigkeit	108. 111
Biegungsmoment	113
Bindemittel	178
Binder	179. 180
Binderschicht	180
Blatt, gerade	183
Blatt, schräge	183
Blatt schwalbenschwanzförmig	183
Blechdach	190
Blei	164
Bleiloth	92
Bleioxyd	100
Blockverband	180
Blockwände	187
Bogenlänge	60
Bohlen	184
Bohrloch	176
Bordstein	173

Seite

Böschung 169. 171
Böschungswinkel 169
Bretter 184
Brüche 8
Bruchstein 159. 199
Bruchsteinmauerwerk . . . 179
Brunnenarbeit . . . 204. 176
Brunnenkessel 177
Brunnenkranz 177
Buchstabenrechnung . . . 7
Bundbalken 188

C.

Calotte 85
Canal=Wasserwage 95
Capillarität 91
Catheten 61. 69
Chamottesteine 159
Chemische Grundbegriffe . . 99
Cement 100. 161
Centrifugalkraft 92
Centriwinkel 70
Coefficient 9
Cohäsion 91
Combinationsmethode . . 49
Communicirende Röhre . . 95
Cosinus 74
Cotangente 77
Cubikmeter 79
Cubus 79
Cylinder 80

D.

Dach 189
Dachbinder 190
Dachdeckerarbeiten 205
Dachgebälk 188
Dachsteine 200
Dachziegel 160
Dampf 104
Dampfmaschine 104
Dampfspannung 97
Decimalbruch 18
Decke 187
Decklage 174
Diagonale 62
Diamanten 100
Dichtungsgrad . . . . .
Dignant . . . . . .
Differenz . . . .
Dividiren . . . . . .
Doppeldach . . . . . .
Dreieck 61. 6
Dreiquartier. . . . . .
Druck . . . .
Druckfestigkeit . . . . .
Druckpumpe 98. 125. 128.
Durchmesser . . . . . .

E.

Ebene . . . .
Ebene. schiefe . . . 94.
Eigengewicht . . . .
Einschnitte . . . . . .
Eisen . . . .
Eisenerz . . . .
Eisenbahnschiene . . . .
Eisenblech . . . . . .
Eisendraht . . . . . .
Eisenoxyd . . . . . .
Eiskeller . . . .
Erdarbeit . . . 167. 170.
Erdbau . . . .
Exponent . . . . . .

F.

Fachwerk . . . .
Fachwerkwände . . . 185.
Factoren . . . . . .
Fahrweg . . . .
Fallgeschwindigkeit . . . .
Falzziegel . . . . . .
Farben . . . .
Feder . . . .
Feldmessung . . . . .
Feldsteine . . . . . .
Fensterblei . . . . . .
Festigkeit, absolute . . .
Festigkeit, relative . . . .
Festigkeit rückwirkende . .
Fette . . . .
Feuerspritze . . . . . .
Feuerungsanlagen . 103.
Feuersteine . . . . . .
Findlinge . . . . . .

	Seite
. . . .	189
enner	198
. . . .	58. 61
inhalt	67. 70
ſen	179
nzug	124
gel	191
ange	131
en	168
n	7
ine	160
rde	163
gebende Steine . .	159
e	178
iauern	181

G.

lz	184
. . . .	193
age	209
uchtung	193
amen	196
ingsrohre	193
ſer	194
ter	193
echſel	145
unkt	101. 103
uck	105
inkel	59
nenner	15
rie	7. 58
riſche Arbeiten . .	130
. . . .	58
ndigkeit	91
. . . .	122
. . . .	86
efläche	86
. . . .	5. 93
ich	190
. . . .	165
. . . .	100. 166
rbeit	207
tt	167
ig	7. 32
g erſtes Grades .	38. 48
zweiten „ . . .	33
wicht	104. 105
enverband	180
. . . .	60. 73

	Seite
Granit	159
Graphit	100
Grundfläche	79
Grundkante	79
Grundlinie	61
Grundmauerwerk	175
Gründung	174
Gußeiſen	101. 162. 163
Gußſtahl	164
Gyps	159. 161

H.

Halbholz	184
Halbkugel	85
Halbmeſſer	62
Hängeſäule	187
Handkippkarrentransport .	169
Hartblei	165
Hauptgröße	9
Hauſteine	159
Hebel	94. 118
Hebelsarm	118
Heber	97
Herdguß	162
Hinterglieder	30
Hirnholz	173
Höhenmeſſen	148. 153
Hohlziegel	160. 191
Holzbohlen	178
Holzkohle	100
Holzpflaſter	173
Holztheer	166
Hornhaſpel	121
Hubhöhe	126
Hydrauliſche Preſſe . . .	96
Hypotenuſe	61. 69

J.

Inhaltsberechnung	78
Jſolirſchicht	102. 185

K.

Kälte	101
Kalk . . . 100. 159. 160.	200
Kalkfarben	166
Kalk, hydrauliſcher . . .	161
Kalkmilch	160
Kalkſteine	215

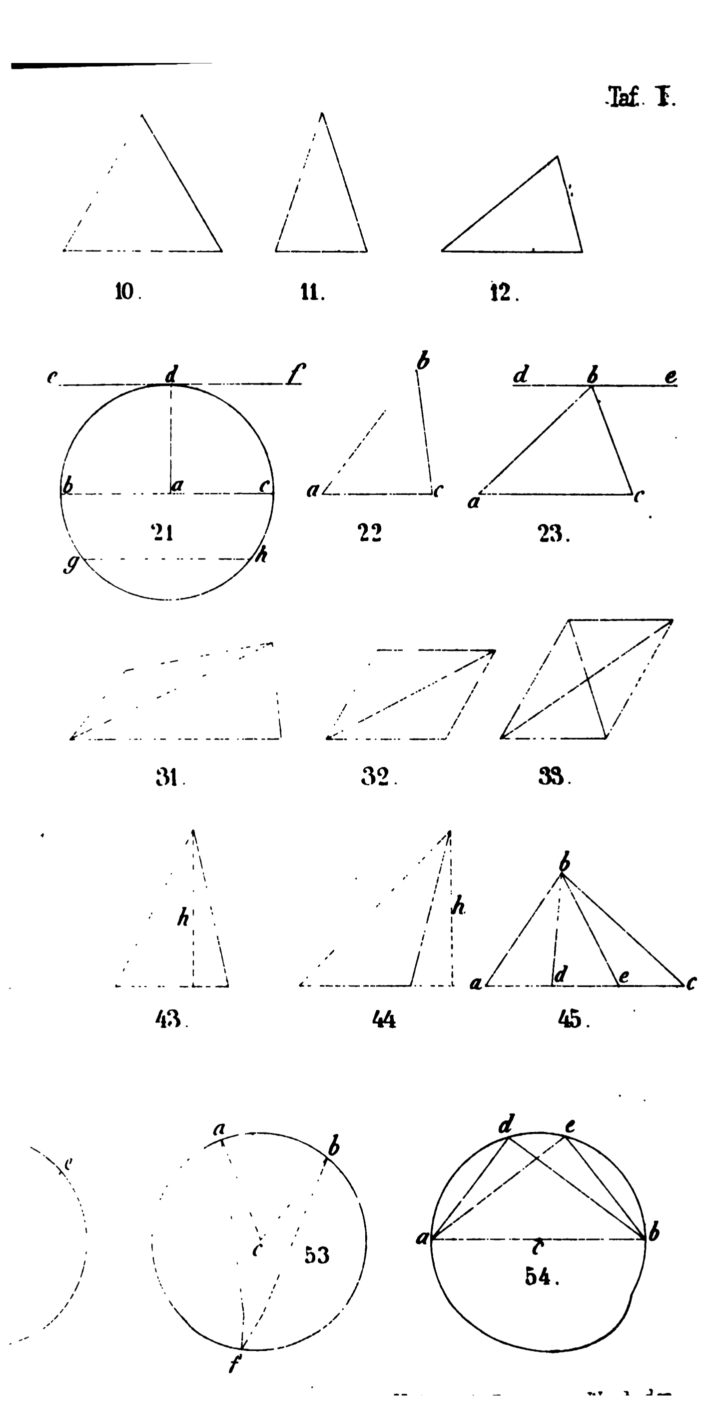
Seite
Kanten 78
Kappengewölbe 87
Karniesblei 165
Karrenfahrten 169
Kastenguß 162
Kegel 84. 85
Keil 94
Kernholz 157
Kiesel 99
Kiesdecke 174
Kieselerde 100
Kieselsäure 100
Kilogrammmeter 107
Kitt 167
Klempnerarbeit 206
Körper . . . 58. 78. 90. 95. 97
Kohle 99
Kohlensäure 99
Kohlenstoff 99. 100
Kohlenrohr 125
„ stange 126
„ ventile 126
Kopfschüttung 171
Kopfrasen 171
Kopfsteinpflaster 174
Kraft 91
Kreis 61. 62. 69
Kreisabschnitt 72
Kreisausschnitt 72
Kreislinie 60
Kreisumfang 70. 73
Kreuzgewölbe 87
Kreuzholz 184
Kreuzverband 180
Kronendach 191
Krummstroh 166
Kubikwurzel 28
Kugelabschnitt 85
Kugelkreise 85
Kugelzone 85
Kupfer 165
Kuppelgewölbe 87

L.

Lackfarben 167
Lagenschüttung 171
Lagerfuge 179
Laubhölzer 158
Läufer 179
Läuferschicht . . . . . .
Latte . . . .
Legierung . . . .
Lehm . . . .
Lehmfachwände . . . . .
Leimfarbe . . . .
Leinöl . . . .
Leuchtkraft des Gases . .
Libellenwage 148
Linie . . . .
Linie, Aufsuchen derselben .
Loth . . . .
Luftdruck . . . .
Luftheizung . . . . . .
Luftsteine . . . .
Luftziegeln . . . . . .

M.

Maaßstab . . . .
Maaße . . . . 1. 2. 3.
Malerarbeit . . . . . .
Mächtigkeit . . . . . .
Mantelfläche 8
Marmor . . . .
Maschine . . . .
Maschinen, einfache . . .
„ zusammengesetzte
Materialienpreise . . . .
Mathematik . . . . . .
Mauerlatte . . . . . .
Mauersteine 159
Mauerwerk . . . . . .
Maurerarbeit . . . . .
Mechanik . . . .
Mennigkitt . . . . . .
Messing . . . .
Meßinstrument . . . . .
Meßbänder . . . . . .
Meßketten . . . . . .
Meßstäbe . . . .
Metalle 99
Metalloxyd . . . . . .
Minuend . . . .
Minuten 6
Mittelkraft . . . . . .
Mittelmauer . . . . . .
Mittelpunkt 6
Mörtel 160
Mosaikpflaster . . . . .


10.
11.
12.
c
d
f
b
a
c
g
h
21
b
a
c
22
d
b
e
a
c
23.
31.
32.
33.
h
43.
h
44
b
a
d
e
c
45.
a
b
c
53
f
d
e
a
b
c
54.

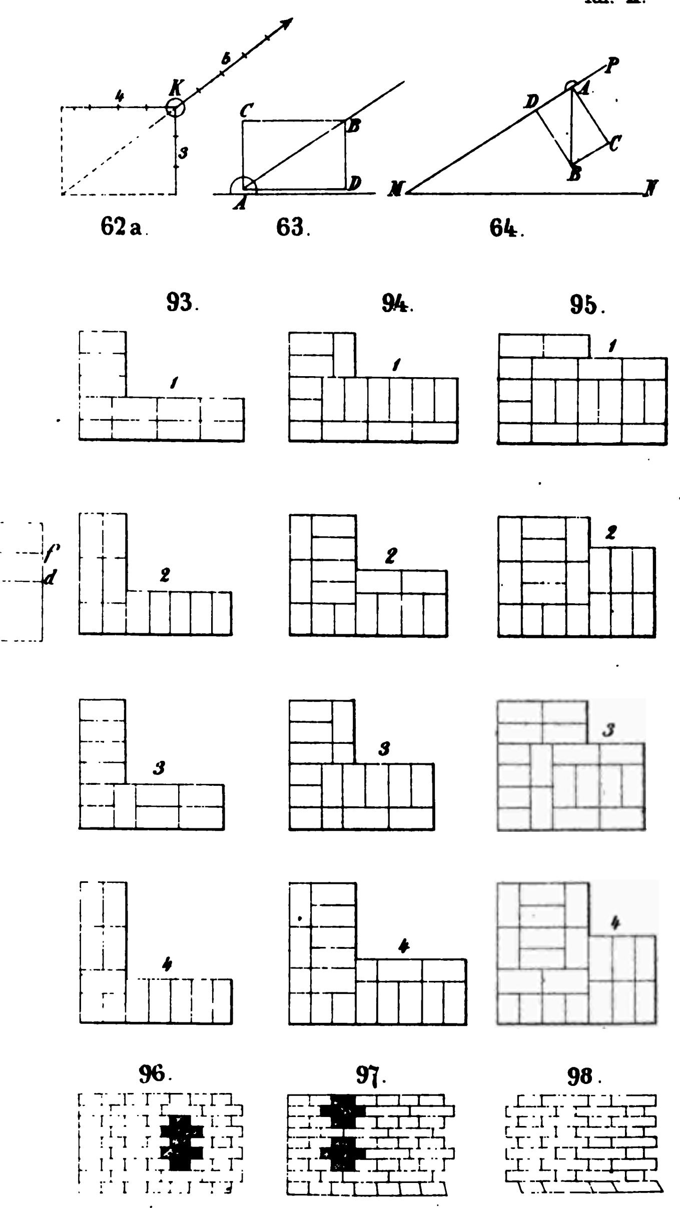
Seite
Ruhrwinkel 169
Rundbrenner 198
Rundsteinpflaster 174

S.

Salze 99
Sand 200
Sandschüttung 175
Sandstein 159
Satteldach 189
Säuren 99. 100
Sauerstoff 99
Sauerstoffgase 100
Saugepumpe . . 98. 125. 129
Saugerohr 125
Saugeventil 125
Scheidemauer 182
Scheitel 59
Scheitelwinkel 59
Schenkel des Winkels . . . 59
Schiefer 159. 165
Schiefertafel 165
Schieferdach 190. 191
Schlitzzapfen 184
Schlosserarbeit 207
Schmiedeeisen . . . 101. 162
Schneezaun 56
Schornstein 192
Schraube 94
Schubkarrentransport . . . 168
Schuppendach 192
Schwarzblech 164
Schwellen 186
Schwefel 99
Schwefelsäure 100
Schwere 90
Schwerkraft 105
Schweißeisen 163
Schwindmaaß 160
Secunde 60. 73
Sehne 62
Seife 99
Seitenfläche 79
Seitenkante 79
Senkbrunnen 176
Senkrechte 60
Serpentin 159
Setzwage 148
Siccativ 167
Sickerkanal . . . . . 170.
Sinus . . . .
Siedepunkt . . . .
Sparren . . . .
Speckstein . . . .
Spließdach . . . .
Splintholz . . . .
Sprengwände . . . . . .
Sprinbrunnen . . . . . .
Spund . . . .
Staakerarbeit . . . . . .
Ständer . . . .
Stahl . . . . 101.
Stechheber . . . .
Steine, gebrannte . . . .
Steinkohle . . . .
Steinkohlentheer . . . 166.
Steinschlag . . . .
Steinschlagbahn . . . . .
Steinmetzarbeit . . . . .
Steinverband . . . . . .
Stereometrie . . . . . .
Stiele . . . .
Stichbalken . . . .
Stickstoff . . . .
Stoffe . . . .
Stoß . . . .
Stoßfuge . . . .
Streben . . . .
Strecker . . . .
Streichbalken . . . . . .
Stroh . . . .
Strohdach . . . .
Strohlehm . . . .
Subtraction . . . .
Subtrahend . . . .
Substitutionsmethode . . .
Summand . . . .
Summe . . . .

T.

Tangente 62
Tangentenlänge . . . . .
Tangentenpunkt . . . . .
Tangentenwinkel . . . . .
Tapezierarbeiten . . . . .
Theerpappe . . . .
Thermometer . . . . . .
Thon . . . .

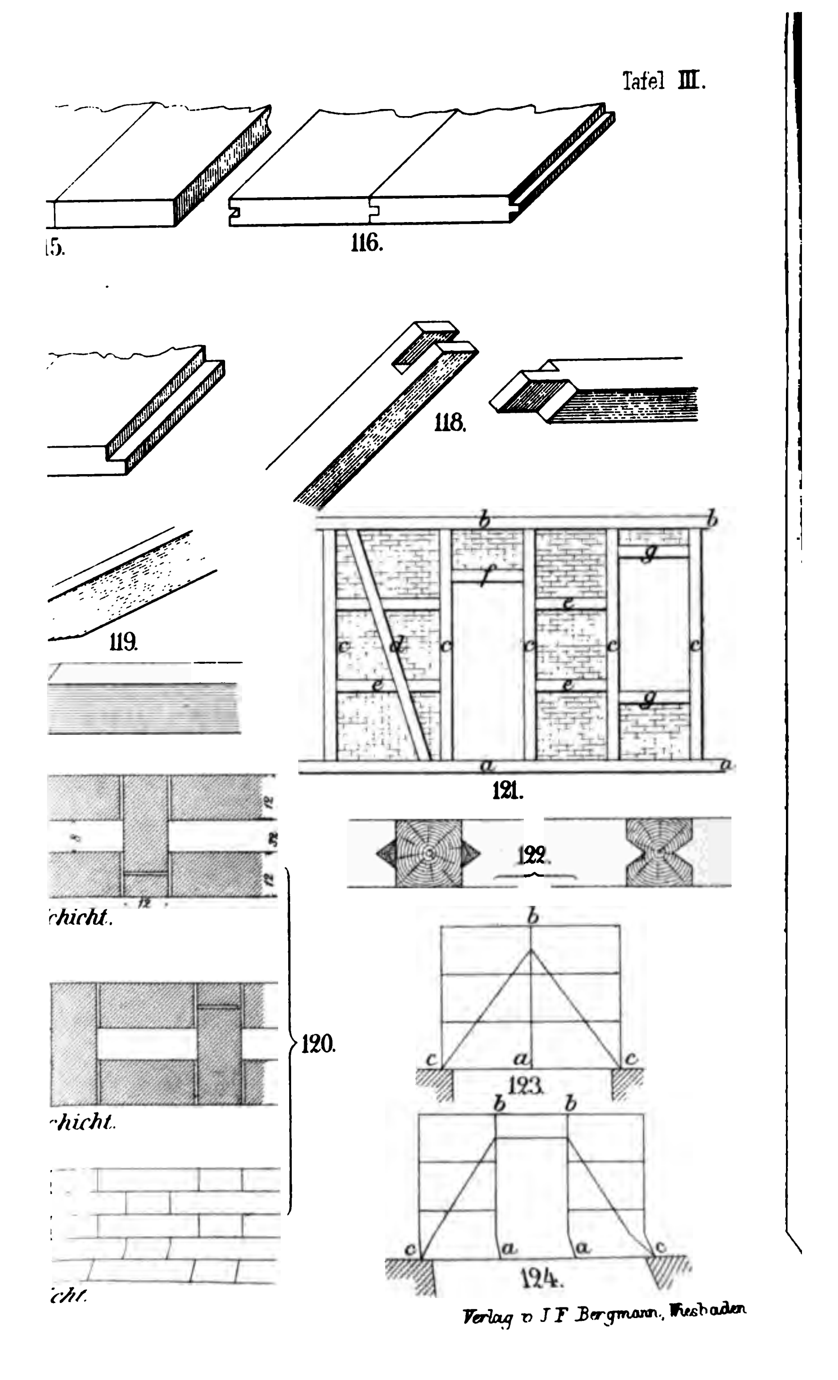


62a. 63. 64.

93. 94. 95.

96. 97. 98.

Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden



Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden

Das

Eisenbahn-Bauwesen

für

Bahnmeister und Bauaufseher

als Anleitung für den praktischen Dienst
nd zur Vorbereitung für das Bahnmeister-Examen

gemeinfaßlich dargestellt

von

weil. **A. J. Susemihl,**

Großherzoglich Mecklenburg-Schwerin'schem Baumeister,
Vorsteher der Hinterpommer'schen Eisenbahn-Bauinspection zu Stargard.

Fünfte, wesentlich vermehrte Auflage.

Nach des Verfassers Tod weiter bearbeitet und herausgegeben

von

Ernst Schubert,

Königlich Preußischem Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector,
Vorsteher der Eisenbahn-Bauinspection Sorau.

Zweite Abtheilung.

Eisenbahnbau und Bahnerhaltung.

Mit 188 Holzschnitten und 4 lithographirten Tafeln.

Wiesbaden.
Verlag von J. F. Bergmann.
1892.

Vorwort zur zweiten Abtheilung der fünften Auflage.

Die bedeutenden Veränderungen, welche auf dem Gebiete des Eisenbahn-Oberbaues in den letzten 10 Jahren sich vollzogen haben, ließen es nicht angängig erscheinen den Abschnitt Eisenbahnbau in Susemihl's Eisenbahn-Bauwesen beizubehalten oder zu ergänzen, da manche der früheren Oberbauweisen fallen gelassen und andere an deren Stelle getreten waren. Es erschien vielmehr richtiger eine von Grund aus neue Darstellung vorzunehmen, dabei das Veraltete fortzulassen und die jetzt gebräuchlichen Anordnungen in neu geordneter Weise aufzunehmen.

Die Auswahl der letzteren mußte sich, dem Wirkungskreise dieses Buches entsprechend, auf die Bauweisen der größeren Deutschen Eisenbahn-Verwaltungen und auf einige der größeren Oesterreichischen Eisenbahnen beschränken. Als Unterlagen dienten die in den Jahrgängen 1888—1890 des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens erschienenen Mittheilungen, sowie die von den einzelnen Eisenbahn-Verwaltungen auf mein Ansuchen mir gütigst zur Verfügung gestellten Zeichnungen und Beschreibungen, so daß damit in gedrängter Form ein richtiges Bild über die in Deutschland und Oesterreich zur Zeit gebräuchlichen Oberbauarten dargestellt wird.

In einem Abschnitte über den Bau und die Unterhaltung des Gleises, also diejenigen Arbeiten, welche als die wichtigsten für die Thätigkeit des Bahnmeisters anzusehen sind, wurde besonders Werth darauf gelegt, die einzelnen Arbeitsvorgänge eingehend und der Reihenfolge nach zu besprechen. Daran reihen

sich die Berechnungen der Weichen der preußischen Staats-Eisenbahn-Verwaltungen, nebst den zugehörigen Materialien-Nachweisen, sowie Erläuterungen der sonst auf den Bahnhöfen und der Strecke vorkommenden Anlagen.

Neu eingeschaltet wurde ferner ein Abschnitt über die Anordnung der Stationen.

Ich kann diese Zeilen nicht schließen ohne noch einige Worte über die praktische Ausbildung des zukünftigen Bahnmeisters nachzufügen. Nach den Prüfungs-Vorschriften soll der Aspirant 12 Monat im Bahnmeisterdienst bei der Unterhaltung des Oberbaues beschäftigt werden. Diese Zeit ist knapp bemessen. Mag sie auch für die genügen, welche zuvor bei einem Eisenbahn-Regiment gedient haben; diejenigen Aspiranten, denen eine solche militärisch-technische Ausbildung nicht zur Seite steht, werden nur mit außerordentlichem Fleiß sich die nöthigen praktischen Kenntnisse erwerben können. Leider haben die schriftlichen Arbeiten bei den Bahnmeistereien jetzt fast überall einen so bedeutenden Umfang angenommen, daß die Aspiranten, zumal wenn sie dem ausbildenden Bahnmeister als Hülfskraft beigegeben sind, häufiger dadurch von der Thätigkeit auf der Strecke, mehr als zulässig, abgezogen werden. Durch ein solches Verfahren können aber keine tüchtigen Bahnmeister herangezogen werden, denn der Bahnmeister ist in erster Linie nicht Büreaubeamter, sondern ein Beamter der Strecke, der für die Sicherheit des Betriebes in seinem Bezirk verantwortlich ist. Deshalb ist es unbedingt nothwendig, daß der angehende Bahnmeister hauptsächlich der Strecke sich widmet, selbst einige Zeit in der Rotte mit arbeitet, darauf sie als Vorarbeiter führt, selbst einem Gleiseumbau bewirkt, auch die auf dem Bahnhofe vorkommenden Weichenbauarbeiten selbst in die Hand bekommt. Denn nur auf diese Weise kann er in das Wesen des Bahnerhaltungsdienstes eindringen, um später als Bahnmeister zum Nutzen seiner Verwaltung und sich selbst zur Ehre und Freude eine Bahnmeisterei selbständig zu verwalten.

Diesen praktischen Standpunkt im Auge zu halten, bin ich
: der Ausarbeitung des vorliegenden Buches bemüht gewesen.
:öge dasselbe auch in seiner neuen Gestalt sich Freunde er-
erben und es nur tüchtige Bahnmeister heranbilden, die der
erantwortlichkeit ihres Amtes und ihrer Stellung bewußt,
rch ihre Leistungen stets bestrebt sein mögen, die Sicherheit
s Eisenbahnbetriebes hoch zu halten und dadurch das ihrem
standegebührende Ansehen zu wahren!

Sorau, im Juni 1892.

Der Verfasser.

[illegible]

Inhaltsverzeichniß der zweiten Abtheilung.

Seite

I. **Geschichte der Eisenbahnen** 1

I. **Eisenbahnbau und Bahnerhaltung** . . . . . . 16—202

1. Vorarbeiten . . . . 16— 19

2. Der Unterbau des Bahnkörpers . . . . . 19— 30

a. Abmessungen desselben . . . . 19— 22

b. Ausführung der Erdarbeiten . . . . 22— 30

3. Die Bettung . . . . 30— 33

4. Der Oberbau . . . . 33—151

a. Die Bauart des Gleises . . . . 33—119

1. Oberbau der Preußischen Staatseisenbahnen . 34— 85

α. Directionsbezirk Altona . . . . 36— 39

β. „ Berlin . . . . 39— 43

γ. „ Breslau . . . . 43— 51

δ. „ Bromberg . . . . 51— 52

ε. „ Elberfeld . . . . 52— 61

η. „ Frankfurt . . . . 61— 68

ϑ. „ Hannover . . . . 68— 73

ι. „ Köln (rechtsrhn.) . . . . 73— 77

κ. „ Köln (linksrhn.) . . . . 77— 80

λ. „ Magdeburg . . . . . . 80— 85

2. Oberbau der Bayerischen Staatseisenbahnen . 85— 92

3. „ „ Sächsischen Staatseisenbahnen . 92— 97

4. „ „ Württembergischen Staatseisenbahnen . . . . 97— 99

5. „ „ Badischen Staatseisenbahnen . 99—101

6. „ „ Reichseisenbahnen . . . . . 102—106

7. „ „ Hessischen Ludwigsbahn . . . 106—108

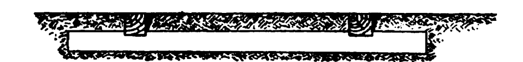
Seite
8. Oberbau der Pfälzischen Eisenbahn . . . . 108—110
9. „ „ Mecklenburgischen Friedrich-Franz-Eisenbahn . . . . 110—111
10. „ „ Oldenburgischen Staatseisenbahnen 111
11. „ „ Oesterreichischen Staatseisenbahnen 112—115
12. „ „ Oesterreichischen Nordwestbahn 115—119
b. Die Herstellung des Gleises . . . . 120—139
1. Die Anlieferung der Materialien . . . . 120—121
2. Die Absteckung des Gleises . . . . 121—125
3. Der Bau des Gleises . . . . 125—139
α. Neubau eines Gleises . . . . 126—130
β. Umbau eines Gleises . . . . 130—139
c. Unterhaltung des Oberbaues . . . . 139—151
5. Die Weichen und Gleisekreuzungen . . . 151—184
a. Berechnung der einfachen Weiche . . . . . . 152—155
b. Berechnung der Kreuzungsweiche . . . . . . 155—158
c. Abmessungen der Weichen . . . . 158—164
d. Materialien zu den Weichen . . . . 164—175
e. Absteckung der Weichen . . . . 175—180
f. Einbauen der Weichen . . . . 180—184
6. Drehscheiben, Schiebebühnen . . . . . . 184—188
7. Anordnung der Stationen . . . . 188—195
8. Nebenanlagen auf der Strecke . . . . . 195—202
III. **Auszug aus den Normen** . . . . 202—204
Alphabethisches Sachverzeichniß . . . . . 205—210

I. Geschichte der Eisenbahnen.

§ 1. Versteht man unter einer Eisenbahn eine Straße auf welcher Fuhrwerke nicht beliebig, sondern nur auf fest bestimmten Spuren verkehren können, welche besonders hierfür vorgerichtet, glatt bearbeitet, mit Eisen belegt oder ganz aus Eisen hergestellt sind, so reicht die Erfindung der Eisenbahnen bis in das siebenzehnte Jahrhundert zurück.

In den Bergwerken des Harzes sowohl, wie in denen Englands hatte man seit sehr alten Zeiten Bohlen- oder Holzbahnen im Gebrauch, auf denen die kleinen Erzkarren — Hunde genannt — fortbewegt wurden; doch sollen die Engländer die ersten gewesen sein, welche im Jahre 1650 diese Spurwege an denjenigen Stellen, welche am meisten der Abnutzung ausgesetzt waren, mit Stücken von Schmiedeeisen benagelten. Diese Spurwege bestanden aus hölzernen Langschwellen, welche 0,15 cm breit 0,12 cm dick, sorgfältig gesägt, fest in Asche oder Kies gelagert waren und in Entfernungen von 1,20 m auf Querhölzern ruhten, auf denen sie mit Holzdübeln befestigt waren. (Abb. 1.) Da man jedoch bald einsah, daß die

Abb. 1.



Langschwellen, auf welchen die Räder der Wagen rollten, in Folge der ungünstigen Inanspruchnahme (Fahrt mit der Faserrichtung) sehr rasch abgenutzt wurden, so nagelte man schwächere Bohlen auf dieselben und wechselte später nur diese aus, ohne die Unterlage selbst zu erneuern. Bei starken Steigungen, oder wo es sonst nöthig erschien, wurde die Spur mit Eisen benagelt.

Hiernach gehören diese ältesten Bahnen dem System des Langschwellen-Oberbaues an.

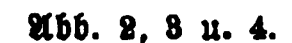
So nahe es nun auch lag diese Bauart durch Verwendung des dauerhafteren Eisens weiter zu entwickeln, so währte es doch ein ganzes Jahrhundert, ehe es durch Zufall gelang die bedeutenden Vortheile der ganz eisernen Spur zur vollen Geltung zu bringen.

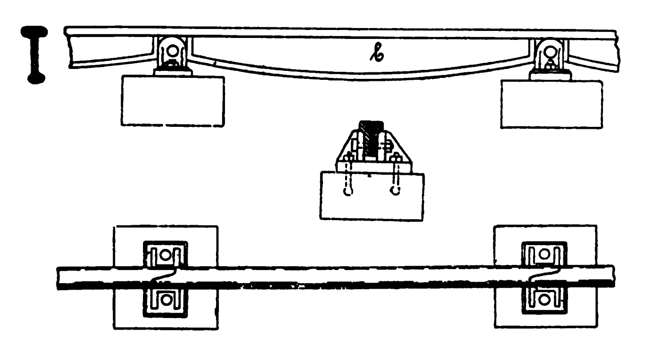
Mr. Reynolds, der Mitbesitzer der Colebrook-Dale-Eisenwerke, machte im Jahre 1767, als die Hüttenwerke ohnehin keinen Absatz für ihr Roheisen hatten, den Vorschlag, starke muldenartige Eisenplatten zu gießen und dieselben einstweilen an die Stellen der, der stetigen Zerstörung ausgesetzten, hölzernen Langschwellen in die Spurbahnen zu legen. Die ersten solcher Platten wurden am 18. October 1767 gegossen, und noch in demselben Jahre ein größerer Theil derselben verlegt. Da sich diese neue Bahn, trotz ihres gegen die Beschaffungskosten der Holzschwellen hohen Preises, äußerst vortheilhaft erwies, so fand dieses System sehr rasch weitere Verbreitung. Im Jahre 1803 wurde die Form dieser Colebrook-Dale-Platten durch Herstellung einer Schiene in Kastenform, welche unmittelbar auf den Boden in die Straßenbahn-Oberfläche gelegt wurde, verbessert, jedoch war die Spur an sich dabei noch nicht genau vorgezeichnet, da die Seiten-Wandungen des ⊓ förmigen Eisens nach unten gelegt waren, auch die Räder der Fahrzeuge keine Flantschen hatten.

Gußeiserne Schienen, welche die Fuhrwerke zwangen genau die vorgeschriebene Bahn zu befolgen, führte Benj. Curr im Jahre 1776 bei der Bahn der Sheffielder Kohlenwerke ein, und zwar hatten diese Schienen Ränder an den Außenseiten, so daß die Fuhrwerke die Bahn ohne Weiteres nicht verlassen konnten. Diese Ränder standen bei richtig verlegtem Gleise 5' englisch (das Maaß der englischen Wagenspur) von einander ab. Von dieser Anordnung und der Wahl dieses Maaßes rührt eigenthümlicher Weise unsere jetzige Spurweite her, da man die Abmessungen auch später auf die Schienen mit flachem Kopf übertrug und sonach das Lichtmaaß zwischen den Schienen zu 4' $8^1/_2$" englisch = 1,435 m erhielt.

Bis zum Jahre 1793 scheint Langschwellen-Oberbau nach dieser Anordnung, also eintheiliger eiserner Langschwellen-Oberbau, *fast* ausschließlich zur Anwendung gekommen zu sein. Um diese

t versah Ch. Outram die 3' langen gegossenen Schienenstücke
:en mit einer Rippe, gestaltete dieselben dadurch zu Trägern
: und legte sie frei auf 3' von einander entfernte Steinblöcke.
: dieser Form und Anordnung fanden die Schienen in
m Jahre 1800 in Derbyshire und in größerer Ausdehnung
f den Bahnen der Schieferbrüche in Schottland Anwendung,
) in den folgenden Jahren etwa 70 km Bahnen hiernach ge-
ut wurden. Das Profil dieser Schiene und ihre Befestigung
: der inzwischen von W. Losh und G. Stephenson 1816
rbesserten Gestalt ist aus den Abbildungen 2—4 zu ersehen.


Abb. 2, 3 u. 4.

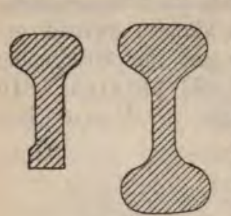


Die Schienen b, nach ihrer Form Fischbauchschienen genannt, wurden 4—5' lang gegossen, und griffen die zusammengehörigen Stücke an den Enden, wo sie in gußeisernen Stühlen gelagert wurden, auf eine Länge von 70 mm mit halbem Blatt übereinander. Ein Bolzen verband dieselben untereinander und mit den gußeisernen Stühlen, welche auf den Steinunterlagen befestigt waren. So mangelhaft diese Anordnung bei stärkerem Betriebe sich erweisen mußte, und so sehr man auch bemüht war die eintretenden Uebelstände zu beseitigen, so konnte doch erst eine Erfindung auf dem Gebiete der Schmiedeeisen-Fabrikation, wie diejenige des Walzverfahrens, epochemachend und helfend eintreten.

In den Jahren 1820—1830 wurden durch John Berkinshaw auf den Bedlington Eisenwerken bei Durham die ersten Schienen gewalzt. Dieselben hatten anfänglich den Querschnitt der Fischbauchschiene, jedoch verließ man bald diese schwierig herzustellende Form und wählte pilzförmigen Quer-

schnitt (Abb. 5). Die Länge dieser Schiene betrug 15′, sodaß also gegenüber den seither verwendeten 5′ langen gußeisernen Schienen die Anzahl der Stöße sich auf ein Drittel verminderte. Auch diese Schienen wurden, wie die gußeisernen Fischbauchschienen, in gußeisernen Stühlen auf Querschwellen oder Steinwürfeln verlegt, jedoch Schiene und Stuhl untereinander mittelst Holzkeilen befestigt.

Abb. 5. Abb. 6.



Im Jahre 1830 wurde von Robert Stephenson auf der Strecke von London nach Birmingham zuerst die symetrische Doppelkopfschiene, Abb. 6, verwendet; dieselbe fand bald vielseitige Aufnahme und wurde auf dem Festlande zuerst 1838 auf der Taunusbahn verlegt. Mit dieser Schiene fand das System der Stuhlschiene rasch weiter Eingang. In gußeisernen der Form der Schiene angepaßten Stühlen wurden die Schienen nach Abb. 7 und 8 mittelst Holzkeilen oder auch durch Laschen

Abb. 7.

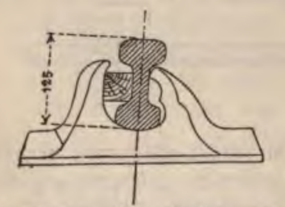
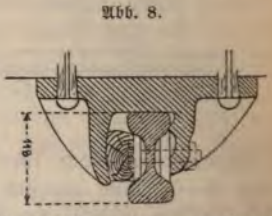


Abb. 8.



und Bolzen festgehalten, die Stühle selbst auf unterliegenden hölzernen Querschwellen oder Steinen mit Nägeln oder Steinschrauben befestigt. Diese Anordnung hat sich bis auf den heutigen Tag weiter entwickelt*) und wird in England fast ausschließlich angewendet, während auf dem europäischen Festlande und in Amerika die Breitfußschiene sich einbürgerte. Die Form der Breitfußschiene wurde von dem amerikanischen Ingenieur Robert L. Stevens im Jahre 1830 ersonnen und im Jahre 1831 auf der Camdon- und Amboy-Bahn zuerst angewendet. Die Höhe dieser ersten Breitfußschiene betrug 87,5 mm, die Breite des Fußes 83 mm, die Stärke im Stege 12 mm und die Breite des Kopfes 55 mm. Das Gewicht derselben war etwa 19,6 kg auf den laufenden Meter. Das Profil dieser Schiene wurde

*) Mittheilung über Oberbau auf englischen Eisenbahnen von *A. Georing* im Centralblatt der Bauverwaltung 1890. S. 137.

ster von Charles Vignoles (weshalb die Schiene nach ihm ch wohl Vignol=Schiene benannt wurde) nach Europa über=ngen und hier besonders in Deutschland weiter ausgebildet. er Querschnitt läßt bei großer Tragfähigkeit ein geringes chienengewicht zu und gestattet in seiner weiteren Ausbildung e Anwendung starker Laschen und somit eine wesentliche äftigung des Schienenstoßes. Die ganze Bauart des Gleises ird durch diese Schienenform sehr vereinfacht, so daß der eubau desselben, sowie die Vornahme von Auswechselungen ine Schwierigkeiten bereitet.

Abb. 9 zeigt die Gestalt der Schiene, wie sie bei der eipzig=Dresdener Bahn zuerst angewendet wurde; Laschen waren bei noch nicht in Gebrauch. Abb. 10 zeigt einen Querschnitt ner Schiene der vorm. Rheinischen Bahn (jetzt Directions=zirk Köln linksrh.) bei welcher bereits Laschen vorhanden aren, die jedoch nur den Zweck einer Längsverbindung erfüllten.

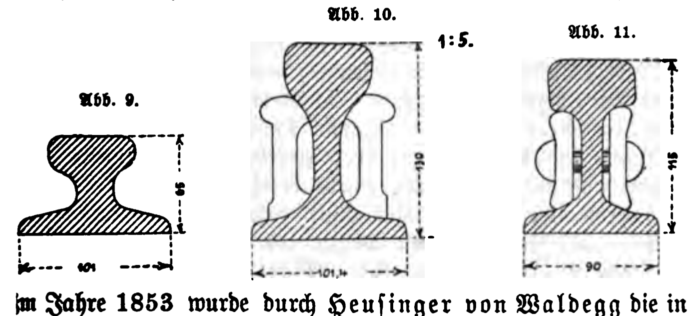
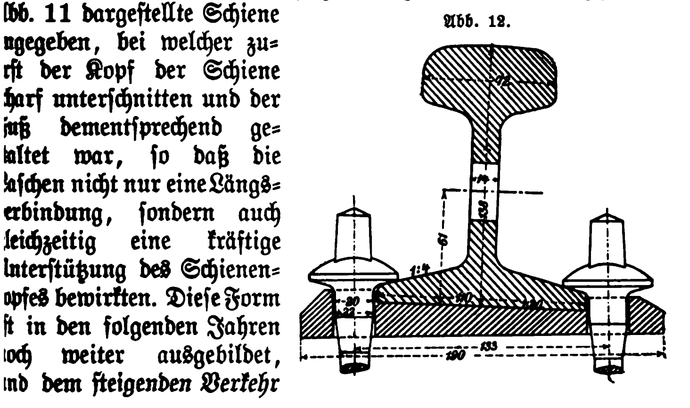


Abb. 9. Abb. 10. 1:5. Abb. 11.

Im Jahre 1853 wurde durch Heusinger von Waldegg die in bb. 11 dargestellte Schiene ngegeben, bei welcher zu=rst der Kopf der Schiene harf unterschnitten und der uß dementsprechend ge=altet war, so daß die aschen nicht nur eine Längs=erbindung, sondern auch leichzeitig eine kräftige Unterstützung des Schienen=opfes bewirkten. Diese Form st in den folgenden Jahren och weiter ausgebildet, nd dem steigenden Verkehr


Abb. 12.

und den größeren Lasten entsprechend verstärkt. Abb. 12 zeigt einen Querschnitt der im Jahre 1890 für die Hauptbahnen der Preußischen Staats-Eisenbahn-Verwaltung eingeführten Schiene, welche bei einer Höhe von 138 mm, einer Fußbreite von 110 mm, einer Kopfbreite von 72 mm und einer Stegstärke von 14 mm ein Gewicht von 41 kg auf den lfd. m besitzt und welche bei einer kräftigen Verlaschung und einer zweckentsprechenden Lagerung auf den Schwellen den gesteigerten Verkehrsbedürfnissen unserer Zeit auf länger hinaus genügen wird.

§ 2. Mit der Verbesserung der Eisenstraße mußte natürlich auch die Fortentwickelung der Fuhrwerke gleichen Schritt halten. Während auf den mit Eisen benagelten Langschwellen nur leichte Karren und diese größtentheils durch Menschenkraft fortbewegt wurden, selbst zur Zeit der gußeisernen Schienen die Größe der Fahrzeuge noch durch die gußeisernen Räder, welche in Büchsen um feste Achsen sich drehten, beschränkt war, konnte andererseits der Umfang und das Gewicht der zu fördernden Güter eine bestimmte Größe so lange nicht überschreiten, als andere Triebkräfte, wie diejenigen von Menschen und Pferden nicht zur Verfügung standen. Nachdem jedoch James Watt (geb. zu Greenock am 19. Januar 1736) seine Dampfmaschine erfunden und dieselbe in rascher Aufeinanderfolge weiter ausgebaut und entwickelt hatte, wurde bereits lange vor Erfindung der Locomotive die Dampfmaschine dazu benutzt, um mittelst Ketten oder Seilzügen die Wagen der Eisenbahn auf größeren Steigungen empor zu schaffen. Watt selbst scheint auch der erste gewesen zu sein, der dem Gedanken zur Erbauung einer Locomotive ernstlich näher getreten ist, denn im Jahre 1784 erhielt er ein Patent auf eine Maschine zur Fortbewegung von Wagen auf Eisenbahnen. Sonderbarer Weise ist nicht bekannt geworden, ob oder wo er diese Maschine gebaut und in Betrieb genommen hat. Die erste Locomotivmaschine, welche schon fast alle wesentlichen Theile der jetzigen Locomotive besaß, wurde 1802 patentirt und von Trevethik und Vivian gebaut. Dieselbe war im Jahre 1805 auf der Bahn von Merthyr nach Tydvil in Thätigkeit. Wenngleich diese Maschine ohne Anwendung von Zahnrädern auf glatten Schienen sich bewegte, so glaubte man doch, daß dieselbe nicht die genügende Haftungskraft (Adhäsion) besäße, um schwere Wagen ziehen zu können. Daher kam es, daß man während der folgenden Jahre sich damit abmühte, Maschinen zu erbauen, welche durch allerlei künstliche

hülfsmittel — Triebräder mit gezahnten Schienen, rauhe Oberfläche der Radreifen bei Verwendung einer besonderen Holzbahn, mechanische Beine, welche knieartig wirkend die Maschine vorwärts trieben — die vermutheten Mängel heben sollten, bis endlich im Jahre 1814 der Eigenthümer der Kohlenbahnen um die Wylam-Gruben Mr. W. Blockett auf dem einfachsten Wege durch Versuche feststellte, daß derartige besondere Vorkehrungen nicht nöthig seien, sondern die Reibung zwischen Radkranz und Schiene völlig ausreiche, um die treibende Kraft der Locomotive nutzbringend zu verwerthen. Gleichzeitig mit dieser Entdeckung trat auch der Mann auf, welcher um die Fortbildung der Locomotive und deren Nutzbarmachung zu Zwecken der schnellen Beförderung die größten Verdienste sich erworben hat, der, ein Held hochstehend auf dem Gebiete der Technik für alle Zeiten, als Vater des Eisenbahnwesens zu bezeichnen ist.

Georg Stephenson, 1781 am 9. Juni zu Wylam geboren, brachte es vom einfachen Maschinenwärter zu Killingworth durch hohe geistige Anlagen und den eisernen Fleiß, mit welchem er zunächst alles das gründlich zu erkennen suchte, was bisher geschaffen war, dahin, daß er durch die Unterstützung des hochherzigen Lord Ravensworth eine eigene Fabrik sich anlegen und seine erste Locomotive, genannt: „Arbeitsmaschine", erbauen konnte. Diese Maschine war es auch, welche ohne besondere künstliche Hilfsmittel durch Adhäsion allein sich fortbewegte. Freilich fuhr dieselbe noch langsam, und dachte daher zu jener Zeit noch Niemand daran, daß diese Locomotive zur Personenbeförderung nutzbar gemacht werden könne, noch viel weniger, daß dieselbe den damals berühmten Eilwagen (Stage-coaches) den Rang streitig machen würde.

Der ersten Maschine folgte 1815 eine zweite, 1817 ließ Stephenson sich das Princip derselben patentiren und 1819 setzten neue 5 Locomotiven, „Eisenpferde" genannt, welche auf der Hatton-Kohlenbahn 6 km in einer Stunde zurücklegten, das Volk in Erstaunen. Am 27. September 1828 konnte Stephenson den ersten Personenwagen, den er bedenklicher Weise „Experiment" nannte, und einen mit über 500 Menschen besetzten Kohlenzug auf der unter seiner Leitung erbauten Eisenbahn von Stockton nach Darlington bei 9 km Geschwindigkeit in der Stunde führen. Nachdem durch den Bau dieser Bahn, sowie durch den vorliegenden Versuch, Stephenson so bedeutende Erfolge errungen hatte,

wurde ihm der Bau der Bahn von Manchester nach Liverpool als ausführenden Ingenieur übertragen. Je näher man dem Zeitpunkte der Fertigstellung dieser Bahn entgegen sehen konnte, desto heftiger entbrannte der Kampf über die Wahl der zum Betriebe zu verwendenden Maschinen. Zur Lösung dieser schwierigen Frage wurde am 25. April 1829 von der Gesellschaft der Bahn ein Preisausschreiben erlassen: auf die beste und schnellste Locomotive, welche das 3 fache ihres auf 120 Ctner. festgesetzten Gewichtes mit einer Geschwindigkeit von 15 km in der Stunde ziehen, auf Federn ruhen und keinen Rauch erzeugen sollte. Am 6. October 1829 war der denkwürdige Tag, an welchem bei Rainhall das Wettfahren der 3 Locomotiven, welche um den Preis zu kämpfen bestimmt waren, stattfand. Es waren dieses die Locomotiven „Novelty“ von Braithwaite & Erickson, „Sanspareil“ von Hackworth und „Rocket“ von Georg Stephenson. Während die ersteren beiden Maschinen hinter den gestellten Anforderungen mehr oder weniger zurückblieben, übertraf Stephenson's „Rocket“ das gesteckte Ziel so sehr, daß dieselbe das fünffache ihres Gewichtes zog und 22—28 km in der Stunde zurücklegte.

Dieser bedeutende Erfolg wurde nicht allein durch die hervorragenden Verbesserungen erzielt, welche Stephenson seiner Locomotvie hatte angedeihen lassen, sondern auch durch den geistvollen Gedanken des Directors der Liverpool-Manchester Bahn Mr. Booth eines Nichttechnikers, welcher Stephenson den Rath gegeben hatte, durch Einführung einer größeren Anzahl kleiner Röhren durch den Kessel — die Siederohre — die dampferzeugende Fläche bedeutend zu vergrößern. Hierin war im Verein mit den Erfindungen Stephenson's die Leistungsfähigkeit der Maschine ins fast Unbegrenzte ausgedehnt und somit die Möglichkeit gegeben, größere Lasten auf größeren Strecken mit bedeutender Geschwindigkeit zu befördern.

Und wenn in unseren Tagen Locomotiven in 6 fachem Gewichte der Stephenson'schen Maschine Eilzüge mit einer Geschwindigkeit von 90 ja sogar 120 km in der Stunde bewegen, wenn Maschinen von 50 bis 90 Tonnen Gewicht schwere Güterzüge auf steilen Bahnen über die Alpen befördern, so erkennen wir darin doch nur eine weitere Entwickelung, Ausbildung und Verstärkung der Stephenson'schen Locomotive, deren grundlegende Einzelheiten auch heute noch die Seele unseres Eisenbahnwesens bilden.

Nach dem Tage von Rainhall, bez. nach der am 14. Juni 1830 olgten Eröffnung der Liverpool-Manchester Bahn, nahmen die jenbahnbauten nicht allein in England, sondern auch in den rigen civilisirten Ländern Europas und Amerikas einen unheueren Aufschwung. In unserem deutschen Vaterlande waren die beiden gewerbreichen Schwesterstädte Nürnberg und Fürth, lchen der Ruhm für alle Zeiten bleibt, die erste Eisenbahnrbindung auf deutschem Boden geschaffen und in Betrieb gemmen zu haben, und zwar war es der 7. December 1835, ı welchem diese nur 6 km lange Strecke für den Personenverhr eröffnet wurde.

Am 24. April 1837 folgte die Eröffnung der ersten Theilrecke der Leipzig-Dresdener Bahn, dieser die Strecke Braunjweig-Wolfenbüttel am 1. October 1838. Die erste Bahn auf reußischem Boden, Berlin-Potsdam, wurde am 21. September 838 dem Verkehr übergeben, ihr folgte in der Rheinprovinz n 20. December desselben Jahres die Eröffnung der Strecke üsseldorf-Elberfeld. Im Jahre 1850 befanden sich bereits 76 eue Bahnlinien von zum Theil bedeutender Länge im Betriebe. ls man den 50. Jahrestag der Eröffnung der ersten deutschen isenbahn feierte, besaß Deutschland bereits ein Eisenbahnnetz on 36590 km, und die Eisenbahnen der ganzen Erde hatten m Ende des Jahres 1889, mithin 60 Jahre nach dem Tage on Rainhall, eine Gesammtlänge von 595767 km, das ist nahezu er fünfzehnmalige Umkreis der Erde, mehr wie anderthalb al so viel; als die Entfernung von der Erde bis zum Monde. Diese Eisenbahnbauten haben nach einer möglichst genauen Schätzung ehr als 128 Milliarden Mark gekostet.

Welch' ungeheure Summe geistiger und körperlicher Arbeit n der verhältnismäßig kurzen Zeit, und welche Leistung gegenber dem Fortschritt der vorangegangenen Jahrhunderte!

§ 3. Wie in der Geschichte der Erfindungen selten eine ochemachende Erscheinung allein auftritt, sondern dieselbe meistenteils eine größere Anzahl, wenn auch andersartiger hervorragenr Neuerungen und Verbesserungen im Gefolge hat, so war es uch im Beginn des Zeitalters der Eisenbahnen.

Fast gleichzeitig mit Stephenson's Locomotive wurde auf nem vollständig anderen Gebiete der Technik durch deutschen fer und Schaffensgeist die electrische Telegraphie, diese echte chwesterkunst des Eisenbahnwesens, erfunden und in wenigen ahren so weit entwickelt, daß sie, Hand in Hand mit dem

weiteren Ausbau der Eisenbahnen fortschreitend, als treueste Gehülfin des Eisenbahnbetriebes den Aufschwung unserer Zeit kennzeichnet und mit ihr zusammen unserem Jahrhundert das characteristische Gepräge verleiht.

Im Jahre 1833 war es, als die gelehrten Naturforscher Weber und Gauß in Göttingen zuerst eine längere electrische Verbindung zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinet herstellten und die Bewegung einer durch einen inducirten electrischen Strom abgelenkten Magnetnadel zur Zeichengebung benutzten. Am 15. April 1839 wurden nach deren System die Zeiger-Telegraphen auf der Leipzig-Dresdener Bahn eingeführt. Im Sommer 1837 hatte inzwischen auf Weber's Anregung Steinheil in München eine größere Telegraphenleitung von etwa 12 km Länge zwischen dem Akademie-Gebäude in München und der Sternwarte in Bogenhausen hergestellt und auf dieser Strecke, mittelst eines besonderen von ihm selbst erfundenen Schreibtelegraphen, sich verständigt. Wenn auch die hierbei angewendete Schriftsprache, welche aus verschiedenartig auf einem laufenden Papierstreifen gesetzten Punkten gebildet wurde, später einer anderen (der Morseschrift) das Feld räumen mußte, so war es doch wiederum ein Deutscher, der zuerst die grundlegende Idee für dieses Verständigungsmittel der Neuzeit zum Ausdruck gebracht hatte.

Im Jahre 1838 entdeckte Steinheil die weiter epochemachende Thatsache, daß, statt der bis dahin doppelt geführten Drähte, die Erde selbst als Rückleitung benutzt werden könne, und daß daher nur ein Draht erforderlich sei. Im Herbst des Jahres 1837 trat der Nordamerikaner Morse, der kurz zuvor von einer Reise aus Europa, wo er die Erfindungen von Weber und Gauß kennen gelernt hatte, nach Amerika zurückgekehrt war, mit dem nach ihm benannten Telegraphen-Apparat und der von ihm erfundenen Zeichenschrift hervor. Der Apparat wurde im folgenden Jahre in der City von New-York aufgestellt; jedoch gelang es Morse erst im Jahre 1843 für seine Erfindung soweit Interesse zu erregen, daß mit Unterstützung der Regierung eine Versuchslinie, Washington-Baltimore, errichtet wurde. Am 27. Mai 1844 konnte hier die erste telegraphische Depesche in Morse's Schriftzeichen mittelst dessen Apparat befördert werden.

Gegenwärtig ist der Morse'sche Telegraph, nachdem er in *Europa* auf das Höchste vervollkommnet ist, über die ganze Erde

rbreitet und vermittelt in allgemeinster Weise den Verkehr aller inder und Nationen.

Welch' unendlichen Nutzen die electrische Telegraphie dem senbahnwesen gewährt, wie ohne dieselbe die Schnelligkeit und icherheit des Betriebes in der heute bestehenden Weise nicht währleistet sein würde, bedarf wohl weiterer Auseinandersungen nicht.

§ 4. Eine fernere bedeutende Unterstützung verdankt das senbahnwesen der Electrotechnik durch Erfindung und Einhrung der electrischen Läutewerke. Bis dahin wurde die berstehende Ankunft oder Durchfahrt eines Zuges den Wärtern id Arbeitern auf der Strecke durch sichtbare Zeichen an den tischen Telegraphen angekündigt; ein Verfahren, welches nur i günstiger, nebelfreier Witterung mit einiger Sicherheit ausführen war. In der Mitte der 40er Jahre versah ein Berer Uhrmacher, Namens Leonhardt, einige Wärterbuden mit oßen Glockenwerken, welche durch den galvanischen Strom auslöst, ein Geläute anstimmten. Leonhardt bedurfte dazu anglich einer doppelten Leitung, auch war der Mechanismus ch unvollkommen, weil nach gegebenem Signal der Bahnwärter rch Ziehen an einem Drahte das Werk wieder von Neuem slösungsfähig machen mußte.

Das erste Schlagwerk, welches von selbst sich wieder einckte, wurde 1847 auf der Strecke Bukau-Magdeburg von ramer aufgestellt, nach und nach vervollkommnet, so daß später ele Tausende dieser Läutewerke in Anwendung kamen. Eine sentliche Verbesserung erfuhr dasselbe durch die berühmte rma Siemens & Halske in Berlin, doch benutzten auch ese anfänglich ebenso wie Leonhardt und Kramer den tteriestrom zur Auslösung der Werke. Erst nach Erfindung d Anwendung des magnet-electrischen Läuteinductors seitens r erst genannten Firma wurden die Läutewerke in dem Maaße her und zuverlässig, daß sie das seitherige optische Benachhtigungsverfahren vollständig ersetzten, und somit die von den ärtern bedienten optischen Streckentelegraphen als entbehrlich tfernt werden konnten.

§ 5. Durch Erfindung und Einführung der electrischen lock-Apparate, mittelst welcher es möglich wurde, bei nacheinider auf einem Geleise folgenden Zügen, die räumliche Entrnung derselben derart zu regeln, daß innerhalb einer beimmten Bahnstrecke *immer nur* ein Zug sich befinden kann,

weiteren Ausbau der Eisenbahnen fortschreitend, als treueste Gehülfin des Eisenbahnbetriebes den Aufschwung unserer Zeit kennzeichnet und mit ihr zusammen unserem Jahrhundert das characteristische Gepräge verleiht.

Im Jahre 1833 war es, als die gelehrten Naturforscher Weber und Gauß in Göttingen zuerst eine längere electrische Verbindung zwischen der Sternwarte und dem physikalischen Kabinet herstellten und die Bewegung einer durch einen inducirten electrischen Strom abgelenkten Magnetnadel zur Zeichengebung benutzten. Am 15. April 1839 wurden nach deren System die Zeiger-Telegraphen auf der Leipzig-Dresdener Bahn eingeführt. Im Sommer 1837 hatte inzwischen auf Weber's Anregung Steinheil in München eine größere Telegraphenleitung von etwa 12 km Länge zwischen dem Akademie-Gebäude in München und der Sternwarte in Bogenhausen hergestellt und auf dieser Strecke, mittelst eines besonderen von ihm selbst erfundenen Schreibtelegraphen, sich verständigt. Wenn auch die hierbei angewendete Schriftsprache, welche aus verschiedenartig auf einem laufenden Papierstreifen gesetzten Punkten gebildet wurde, später einer anderen (der Morseschrift) das Feld räumen mußte, so war es doch wiederum ein Deutscher, der zuerst die grundlegende Idee für dieses Verständigungsmittel der Neuzeit zum Ausdruck gebracht hatte.

Im Jahre 1838 entdeckte Steinheil die weiter epochemachende Thatsache, daß, statt der bis dahin doppelt geführten Drähte, die Erde selbst als Rückleitung benutzt werden könne, und daß daher nur ein Draht erforderlich sei. Im Herbst des Jahres 1837 trat der Nordamerikaner Morse, der kurz zuvor von einer Reise aus Europa, wo er die Erfindungen von Weber und Gauß kennen gelernt hatte, nach Amerika zurückgekehrt war, mit dem nach ihm benannten Telegraphen-Apparat und der von ihm erfundenen Zeichenschrift hervor. Der Apparat wurde im folgenden Jahre in der City von New-York aufgestellt; jedoch gelang es Morse erst im Jahre 1843 für seine Erfindung soweit Interesse zu erregen, daß mit Unterstützung der Regierung eine Versuchslinie, Washington-Baltimore, errichtet wurde. Am 27. Mai 1844 konnte hier die erste telegraphische Depesche in Morse's Schriftzeichen mittelst dessen Apparat befördert werden.

Gegenwärtig ist der Morse'sche Telegraph, nachdem er in Europa auf das Höchste vervollkommnet ist, über die ganze Erde

:breitet und vermittelt in allgemeinster Weise den Verkehr aller ınder und Nationen.

Welch' unendlichen Nutzen die electrische Telegraphie dem ıisenbahnwesen gewährt, wie ohne dieselbe die Schnelligkeit und Sicherheit des Betriebes in der heute bestehenden Weise nicht ewährleistet sein würde, bedarf wohl weiterer Auseinandersetzungen nicht.

§ 4. Eine fernere bedeutende Unterstützung verdankt das Eisenbahnwesen der Electrotechnik durch Erfindung und Einführung der electrischen Läutewerke. Bis dahin wurde die bevorstehende Ankunft oder Durchfahrt eines Zuges den Wärtern und Arbeitern auf der Strecke durch sichtbare Zeichen an den optischen Telegraphen angekündigt; ein Verfahren, welches nur bei günstiger, nebelfreier Witterung mit einiger Sicherheit auszuführen war. In der Mitte der 40er Jahre versah ein Berliner Uhrmacher, Namens Leonhardt, einige Wärterbuden mit großen Glockenwerken, welche durch den galvanischen Strom ausgelöst, ein Geläute anstimmten. Leonhardt bedurfte dazu anfänglich einer doppelten Leitung, auch war der Mechanismus noch unvollkommen, weil nach gegebenem Signal der Bahnwärter durch Ziehen an einem Drahte das Werk wieder von Neuem auslösungsfähig machen mußte.

Das erste Schlagwerk, welches von selbst sich wieder einrückte, wurde 1847 auf der Strecke Bukau-Magdeburg von Kramer aufgestellt, nach und nach vervollkommnet, so daß später viele Tausende dieser Läutewerke in Anwendung kamen. Eine wesentliche Verbesserung erfuhr dasselbe durch die berühmte Firma Siemens & Halske in Berlin, doch benutzten auch diese anfänglich ebenso wie Leonhardt und Kramer den Batteriestrom zur Auslösung der Werke. Erst nach Erfindung und Anwendung des magnet-electrischen Läuteinductors seitens der erst genannten Firma wurden die Läutewerke in dem Maaße sicher und zuverlässig, daß sie das seitherige optische Benachrichtigungsverfahren vollständig ersetzten, und somit die von den Wärtern bedienten optischen Streckentelegraphen als entbehrlich entfernt werden konnten.

§ 5. Durch Erfindung und Einführung der electrischen Block-Apparate, mittelst welcher es möglich wurde, bei nacheinander auf einem Geleise folgenden Zügen, die räumliche Entfernung derselben derart zu regeln, daß innerhalb einer bestimmten Bahnstrecke immer nur ein Zug sich befinden kann,

wurde ein fernerer sehr bedeutender Fortschritt für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes gemacht. Zuerst in England in den 60er Jahren entstanden, wurde diese Einrichtung von Siemens & Halske weiter entwickelt.

In höchst geistreicher und doch einfacher Weise verstand es die genannte Firma, das nach ihrem Namen benannte Blocksystem auszubilden. So wie wir dasselbe heute nach mehr als 25jährigem Bestehen im Eisenbahnbetriebe in Deutschland fast allgemein angewendet sehen, ist jeder Wärter oder Arbeiter nach kürzester Zeit in der Lage, den Apparat zu bedienen und zu überwachen. Die Firma ist unabläßig bemüht, die Blockapparate derart zu vervollkommnen, daß auch die durch Mißverständnisse und Irrthümer möglichen Fehler der Bedienung ausgeschlossen werden.

§ 6. Bei dem von Jahr zu Jahr sich steigernden Betriebe und der stets wachsenden Anzahl von Zügen, sowie den in ähnlicher Weise sich ausbreitenden Bahnhofsanlagen war eine größere Sicherung für die richtige Stellung der Weichen nothwendig. Schon frühzeitig kam man daher auf den Gedanken, die Stellung der Signale mit der Stellung derjenigen Weichen, welche von den Zügen durchfahren wurden, in Abhängigkeit zu bringen. Wiederum war es England, welches in dieser Beziehung tonangebend und neuschaffend voranging. Bereits im Jahre 1846 wurde es dort üblich, von einem Punkte aus Signale und Weichen zu stellen, indem man die zur Bedienung derselben bestimmten Hebel an dem Standpunkte des Wärters zusammenlegte und von hier aus Weichen und Signale durch Drähte oder Gestänge stellte. Wenn auch der Grund dieser Anordnung anfänglich nur in einer Schutzmaßregel für Leben und Gesundheit der Weichensteller und in der Verringerung der Arbeitskräfte zu suchen war, auch eine Abhängigkeit zwischen Weiche und Signal anfänglich nicht bestand, so zeigte sich doch bald, daß Fehlgriffe, welche durch das Nebeneinanderliegen der Weichen und Signalhebel begünstigt wurden, leicht vorkommen und die Züge in Gefahr bringen konnten.

Deshalb ersann Gregory im Jahre 1847 ein Art Verbindung des Signals mit der dazugehörigen Weiche, welche darin bestand, daß gleichzeitig das Signal durch den Fuß gestellt wurde, während man die Weiche durch den Hebel mit der Hand in die richtige Lage brachte. Eine mechanische Verbindung zwischen beiden *fehlte damals* noch, und wenn schon im Jahre 1852 auf der

Station Cowlairs bei Glasgow derartige Weichen und Signalstellwerke mit wechselseitigen Verschlüssen von Chambers & Stevens aufgestellt waren, welche feindliche Signal- und Weichenstellungen unmöglich machten, so war es doch vor Allen Saxby, der 1856 ein auch für die schwierigsten Fälle brauchbares Stellwerk anfertigte und die Grundbedingungen festsetzte, nach welchem die weitere Entwickelung aller späteren Stellwerke sich vollzog. Die Einführung derartiger Sicherheitsvorrichtungen wurde in England noch wesentlich dadurch gefördert, daß die hohe Wichtigkeit derselben für den Eisenbahnbetrieb das Eisenbahn-Departement des englischen Parlamentes im Jahre 1860 veranlaßte, eine Vorschrift an die Eisenbahn-Verwaltungen dahin zu erlassen, daß es wünschenswerth sei, die Signal- und Weichenhebel in ein solches Abhängigkeitsverhältniß zu bringen, daß das Signal nicht eher auf freie Fahrt gestellt werden könne, ehe nicht sämmtliche in Frage kommenden Weichen richtig gestellt seien, ferner, daß das auf „Fahrt“ gezogene Signal die Weichen in richtiger Stellung verriegelt halte und endlich, daß nicht zwei feindliche Signale, welche einen Zusammenstoß von Zügen herbeiführen könnten, gleichzeitig zu geben seien.

Hiernach fanden in England die Stellwerke sehr rasch allgemeine Verbreitung, während die deutschen Bahnen, bei denen ein ähnlicher Zwang von oben nicht treibend im Hintergrunde stand, sich dieser wichtigen Neuerung gegenüber noch längere Zeit abwartend verhielten.

Den Braunschweigischen Bahnen, welche überhaupt in mancherlei Beziehung als Ton angebend vorangingen, gebührt das Verdienst die Stellwerke zuerst in Deutschland eingeführt zu haben, und zwar wurden im Jahre 1870 von den Engländern Saxby und Farmer derartige Einrichtungen auf den Bahnhöfen Börssum und Jerxheim hergestellt. Nur zögernd folgten andere Verwaltungen diesem Beispiele. Erst als im Jahre 1876 der derzeitige Oberingenieur der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft E. Rüppell das nach ihm benannte Stellwerk erfunden und seine Erfindung mit der des Ingenieurs H. Büßing in Braunschweig vereinigt hatte und dadurch unter Patent E. Rüppel-H. Büßing (D. R. P. 1397) ein neues Stellwerk geschaffen war, das dem englischen nicht nur ebenbürtig zur Seite gestellt werden konnte, sondern dasselbe in mancher Beziehung übertraf, erst als in der Firma Max Jüdel & Co. in Braunschweig eine leistungsfähige Signalbauanstalt zur Ausführung des Werkes entstanden war, auch Siemens & Halske

in Berlin und Schnabel & Henning in Bruchsal Stellwerke nach eigener Bauweise erbauten, sahen sich die Eisenbahn-Verwaltungen veranlaßt, in einzelnen schwierigen Fällen zu solchen Hülfsmitteln zu greifen. Eine allgemeinere Einführung der Stellwerke fand in Deutschland erst statt, seitdem fast das ganze Eisenbahnwesen in die Hände der betreffenden Staatsregierungen übergegangen war, und seitdem durch das neue Bahn-Polizei-Reglement vom 30. November 1885 im § 3 ausdrücklich eine Abhängigkeit zwischen den Signalen und den Weichen in den Hauptgleisen vorgeschrieben wurde.

In welchem Maaße seitdem die Einführung der Stellwerke Platz gegriffen hat, geht daraus hervor, daß die obengenannte Eisenbahnsignal-Bauanstalt von Max Jüdel & Co. in diesem Jahre (1892) bereits das tausendste Weichen- und Signalstellwerk abgeliefert hat. Die Gesammtzahl der in diesen Stellwerken vorhandenen Hebel beläuft sich auf mehr als 12000, mit denen 8325 Weichen nnd 4730 Signale gestellt und gesichert werden.

Mit den auf stete Verbesserung der Stellwerke gerichteten Bestrebungen geht die sorgsame Ausbildung des gesammten, für die Sicherheit des Betriebes so wichtigen Signalwesens Hand in Hand.

§ 7. Wie ein so vielseitig verzweigtes Gebilde, wie das einer Eisenbahnverwaltung, welches fast alle Theile der Technik und des Verwaltungswesens für sich in Anspruch nimmt, nur eine gedeihliche Fortentwickelung nehmen kann, wenn alle mitwirkenden und maßgebenden Männer sich gegenseitig unterstützend und helfend zur Seite stehen, wie ferner bei dem Länder und Völker verbindenden Charakter des Eisenbahnwesens jede Einseitigkeit und Halbheit auf die Dauer unhaltbar wird und mit dem innersten Wesen des Eisenbahnbetriebes nicht vereinbarlich ist, so erkannten auch die deutschen Eisenbahn-Verwaltungen, welche durch die politische Zerrissenheit unseres Vaterlandes ohnehin vielfach beschränkt waren, daß nur durch ein möglichst einheitliches Zusammengehen und durch gemeinschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der Technik, wie der Verwaltung, nicht allein das eigene geschäftliche Interesse am besten gewahrt, sondern auch dem reisenden und verfrachtenden Publicum am meisten gedient, und somit die Herstellung eines alle Eisenbahnverwaltungen verknüpfenden Bandes geboten sei.

So entstand im Juni des Jahres 1847 der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, welchem außer denen der deutschen und

österreichischen Bahnen noch einige der benachbarten Länder (Belgien, Holland, Ungarn ꝛc.) beitraten.

In den regelmäßig wiederkehrenden Versammlungen der Techniker dieses Vereins — die erste Versammlung fand am 20. Februar 1850, die letzte, ihrer Zahl nach die elfte, am 19. und 20. Juni 1888 in Constanz statt — wurden alle das Eisenbahnwesen berührende wichtige technische Fragen berathen, und seien hier nur die aus diesen Berathungen hervorgegangenen „Technischen Vereinbarungen“ (letzte Ausgabe vom 1. Januar 1889) erwähnt, welche ihr Ansehen weit über Deutschlands Grenzen hinaus geltend gemacht haben.

Doch wie die dem Eisenbahnwesen innewohnende weltbeherrschende Macht stets weitergehende Ziele erstrebt, so haben die durch den Verkehr hervorgerufenen innigen Beziehungen zu den Völkern der Nachbarstaaten es nothwendig gemacht, daß die Eisenbahnverwaltungen des Festlandes von Europa und bei ihnen die Eisenbahntechniker aller Cultur- und Industrievölker der Erde zu Gaste zu einem internationalen Verbande zusammentraten, um zunächst die technische Einheit im Eisenbahnwesen zu pflegen, und — Gedanken und Erfahrungen austauschend, Alle lernend, Alle lehrend, — dem durch die Eisenbahn zu fördernden allgemeinen Wohle der Menschheit ihre besten Kräfte zu widmen.

Die erste derartige Conferenz trat am 16. October 1882 in Bern zusammen und stellte dieselbe es sich zur Aufgabe, die technische Einheit im Eisenbahnwesen zu regeln, sowie auch die Bedingungen festzusetzen, unter denen das rollende Material zum freien Verkehr in den betheiligten Ländern zugelassen werden könne. Seitdem haben solche Zusammenkünfte sich häufiger wiederholt, sei es zum Zwecke der Feststellung der Fahrpläne für die vom Süden zum Norden, von Osten zum Westen und umgekehrt laufenden Züge, sei es zur Förderung des Frachtenverkehrs der Länder unter einander oder sei es zum gegenseitigen Austausch der auf dem großen Gebiete der Technik gesammelten Erfahrungen.

So dürfen wir wohl mit Zuversicht in die Zukunft blicken und mit Sicherheit erhoffen, daß dieser stete Wettstreit auf dem friedlichen Gebiete der Arbeit immer mehr und mehr Länder erschließen, weitere Gebiete für Handel und Verkehr gewinnen und somit allen Ländern und Völkern zum Segen gereichen werde.

II. Der Eisenbahn-Bau.

1. Vorarbeiten.

§ 1. Die Vorarbeiten zerfallen in allgemeine und in ausführliche Vorarbeiten. Erstere bezwecken den Nachweis der Möglichkeit für die geplante Bahnanlage zu liefern, deren Zweckmäßigkeit klarzulegen und die ungefähren Kosten derselben zu ermitteln. Der Nachweis der Möglichkeit ist zu erbringen durch das Aufsuchen, Abstecken, Aufmessen und Nivelliren einer nach den vorläufigen örtlichen Ermittelungen als zweckmäßig erscheinenden Lage der Linie. Durch diese technischen Arbeiten, die auch zugleich die Untersuchungen der Wege und Wasserverhältnisse in sich schließen, wird man in den Stand gesetzt, eine ungefähre Berechnung der durch den Bau der Linie entstehenden Kosten aufzustellen, sowie andererseits, durch Erkundigungen der gewerblichen und industriellen Verhältnisse der durchschnittenen Landstriche, eine Veranschlagung des zu erhoffenden Verkehrs vorzunehmen. Diese Ermittelungen bilden die Unterlage zur Erlangung der Bauerlaubniß bei Privatbahnen oder der Geldbewilligung durch die gesetzgebenden Körperschaften bei den Staatsbahnen.

§ 2. Die zu den allgemeinen Vorarbeiten anzufertigenden Pläne, zu denen etwa vorhandene Karten benutzt werden können, werden im Maaßstab 1:10000 bis 1:5000 aufgetragen und zwar der Lageplan unten auf dem Plan und darüber der Längenschnitt. Bei letzterem wählt man für die Höhen einen größeren (meist 20fachen) Maaßstab, damit die Höhenunterschiede deutlicher hervortreten, auch die auszuführenden Erdarbeiten besser zu übersehen sind. In der Längenschnitt wird die Höhenlage der neuen Bahnlinie, „die Gradiente", eingetragen, über deren Festlegung für die Hauptbahnen folgende Bestimmungen gelten. Im flachen Lande darf die Steigung nicht stärker sein, als 1:200, im Hügellande höchstens 1:100 und im Gebirge 1:40 (bei Nebenbahnen durchweg nicht stärker als 1:25). Dicht unter dem Längenschnitt wird auch noch das sog. Bogenband aufgetragen, welches die Bogen und Graden schematisch darstellt. Als kleinster Krümmungshalbmesser darf verwendet werden bei Hauptbahnen 180 m, bei Nebenbahnen mit normaler

Spurweite 100 m. Halbmesser unter 300 m werden jedoch auf der freien Strecke bei Hauptbahnen im Allgemeinen nicht angewendet.

In die Pläne werden ferner noch eingetragen die sämmtlichen neu zu errichtenden Anlagen, als da sind: Brücken, Durchlässe, Ueber- und Unterführungen, Rampen, Wegeübergänge, Bahnhöfe und Haltestellen.

§ 3. Nachdem auf Grund der allgemeinen Vorarbeiten über den Bau der Bahn bestimmter Beschluß gefaßt worden ist, werden die ausführlichen Arbeiten in Angriff genommen. Diese bestehen in einer eingehenden und genauen Darstellung des Geländes und zwar nach Lage, wie nach Höhe, in einer nochmaligen sorgfältigen Prüfung der sämmtlichen Verhältnisse, nach denen man bei den allgemeinen Vorarbeiten die Linie gewählt hat. In den meisten Fällen wird man hiernach die Linie durch kleinere Verschiebungen oder größere Verlegungen wesentlich verbessern können, bis sie endlich eine Lage erhalten hat, die in Bezug auf die Kosten, Beschaffenheit der Krümmungs- und Gefällverhältnisse, sowie auf die Verkehrsbedürfnisse befriedigt. Diese wird alsdann endgiltig abgesteckt, d. h. die Graden und Bögen werden mit großer Sorgfalt mittelst Instrumenten ausgerichtet, soweit als nöthig durch große Stangen, die Winkelpuncte mit besonders hohen Signalen, die nach beiden Richtungen mit weit sichtbaren Scheiben oder Kreuzen versehen sind, sowie die Anfangs- und Endpuncte der Bögen mit besonders starken Pfählen bezeichnet. Alsdann wird die ganze Linie stationirt, d. h. es wird die Länge derselben vom Anfangspuncte an gemessen. Dabei werden in Entfernungen von 100 zu 100 m größere Pfähle, sog. Stationspfähle, und zwar je ein Höhenpfahl in Erdhöhe und ein dicht dahinter gestellter Nummerpfahl 15 bis 20 cm vorstehend, eingesetzt und auf letzterem die Stationsnummer vermerkt. Außerdem setzt man sog. Zwischenpfähle und zwar regelmäßig in die Mitte zweier Stationen und, wenn es bei wechselnder Höhenlage des Geländes sonst erforderlich ist, auch noch an weiteren Zwischenpuncten und beschreibt sie in ähnlicher Weise, z. B. 8 + 50; 12 + 67; 28 + 78. Die so abgesteckte Linie wird alsdann zunächst genau nivellirt, auch ein Probe-Nivellement ausgeführt, um die Richtigkeit der ermittelten Höhen vollständig sicherzustellen. Als zulässiger Fehler war früher 0,025 m auf 7,5 km Länge festgesetzt, doch erreicht man mit den guten Instrumenten der Neuzeit weit größere Genauigkeiten. An die Längen- und Höhenmessung der Linie selbst

schließt sich unmittelbar an die Aufmessung des Geländes in 200—300 m Breite, sowie die Aufnahme der zur Berechnung der Erdarbeiten nöthigen Querschnitte. Letztere sind im Allgemeinen aber nur nöthig, wenn das Land in der Quere der Linie größere Unregelmäßigkeiten und stärkeres Gefälle zeigt.

§ 4. Darauf folgt die Anfertigung der endgültigen Pläne. Zum Maaßstabe für die Lagepläne, sowie die Längen der Haupt-Längenschnitte wählt man gewöhnlich 1:2500, bei bergigen Gegenden 1:1000, bei ganz einfachen Verhältnissen im Flachlande 1:5000. Der Maaßstab für die Höhen wird wieder um das 20fache größer genommen. In den Lageplan werden alle neuzufertigenden Anlagen, Wegeverlegungen, Rampen, Brücken, Durchlässe, Schneeschutz- und sonstige Anlagen, Ausschachtungen, Bahnhöfe, Haltestellen und deren Zufuhrwege eingetragen. Der Längenschnitt, auch Längenprofil genannt, d. h. also der Längendurchschnitt durch die Mittelachse der Bahn, zeigt wiederum die künftige Höhenlage der Bahn, läßt die Tiefe der Einschnitte und Höhe der Dämme durch Bild und Zahl erkennen, führt auch alle Bauwerke auf, die, als Brücken, Durchlässe, Ueber- und Unterführungen, im Bahnkörper errichtet werden müssen. Außerdem enthält dieselbe die einnivellirten Höhenzahlen sämmtlicher Puncte der Mittellinie (in schwarz), darüber (in roth), die Planums-Ordinaten und die ermittelten Wasserstandsverhältnisse (in blau). Die Hauptstationen sind unter der angenommenen Null-Linie in arabischen Zahlen vermerkt, die ganzen Kilometer in römischen Zahlen. Unter dem Längenschnitt ist dann noch das Bogenband dargestellt, welches die Längen der Bögen und Graden aufführt.

§ 5. Die Querschnitte werden besonders aufgetragen und in dieselben die Bahnquerschnitte (Aufträge und Abträge) nach den aus dem Längenschnitt ermittelten Höhen in vorgeschriebener Breite mit Böschungen und Gräben eingezeichnet. Die Ermittelung der Erdquerschnitte geschieht bei wagerechtem oder nahezu wagerechtem und regelmäßigem Gelände meist durch Rechnung, sonst auf zeichnerischem Wege (durch Umwandlung der unregelmäßigen Figur in eine regelmäßige) oder mittels des Planimeters. Hat man die Flächen zweier benachbarten Querschnitte ermittelt, so bildet man das arithmetische Mittel daraus, multiplicirt dieses mit der Entfernung der beiden Querschnitte und erhält so den Inhalt des betreffenden Theiles des Bahnkörpers. Nachdem man auf diese Weise die zu bewegenden Massen (Dämme

oie Einschnitte) sämmtlich gefunden hat, nimmt man die Ver-ilung derselben vor und bestimmt, wohin die abzutragenden :assen geschafft und woher die aufzutragenden Massen genommen erden sollen.

Gleichzeitig damit werden die landmesserischen Arbeiten aus-führt, an die sich dann die Erlangung der Bauerlaubniß von en Grundbesitzern, sowie der Erwerb des Grund und Bodens hließt. Erst dann kann mit dem Bau der Bahn selbst be-onnen werden.

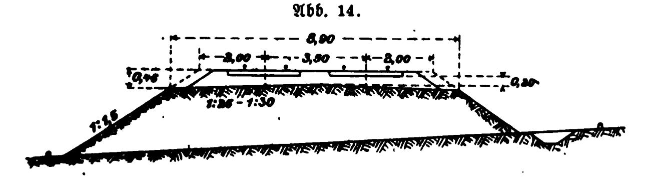
2. Der Unterbau des Bahnkörpers.

a) Abmessungen desselben.

§ 1. Die Breiten-Abmessungen des Unterbaues richten ich nach der Spurweite des Gleises und nach der Anzahl der leise, für welche die Bahn zunächst gebaut werden soll. Bei ormaler Spurweite (1,435 m) soll die Kronenbreite, d. i. die urch den Schienenfuß gelegte wagerechte Linie bis zum Schnitt mit der Böschungslinie, nicht schmäler sein, als 4 m, wobei das leis in der Mitte liegend angenommen wird. Doppelgleise ormalspuriger Bahnen sollen auf freier Strecke von M. z. M. 3,5 m auseinander liegen. Ferner soll die mittlere Bettungs-höhe, d. i. die Höhe von der Schwellenunterkante des Gleises bis zur Oberkante der Erdschüttung (des Planums) nicht niedriger sein als 0,20 m. Nimmt man die Stärke der Holzschwellen zu 0,160 m an, so ermittelt sich danach die obere Breite des Erdkörpers, d. i. die Planums-breite nach Abb. 13 bei eingleisigen Strecken zu = 5,4 m und bei zweigleisigen Strecken zu = 8,9 m (Abb. 14). Im Allgemeinen nimmt man jedoch die Abmessungen

Abb. 13.

Abb. 14.



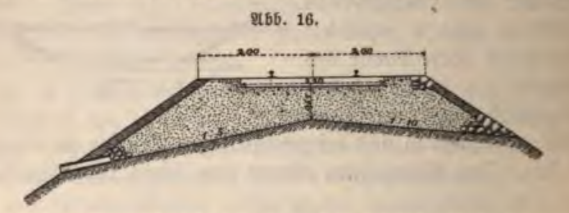
was größer; so gilt z. B. für den Bezirk der Königlichen senbahn-Direction Hannover der Querschnitt in Abb. 27 dar-

gestellte für Hauptbahnen mit Querschwellen-Oberbau. Abb. 15 stellt den Querschnitt eines eingleisigen Planums für Bahnen untergeordneter Bedeutung derselben Verwaltung dar. Die Oberfläche des Planums wird, wie in den Abb. 13—15 angedeutet, seitlich mit 1:25 bis 1:30 abgedacht, damit das durch die Gleisbettung sickernde Wasser seitlich ablaufen kann. Die Höhenlage des Planums muß bei Dämmen so gewählt werden, daß es mindestens 0,6 m über dem Hochwasser zu liegen kommt und auch der Grundwasserstand unter dem Planum nicht vom Frost erreicht wird. Ferner sind zur Verhütung von Schneeverwehungen längere Dämme von weniger als 0,6 m Höhe möglichst zu vermeiden. Die Böschungen des Dammkörpers erhalten bei gewöhnlicher Rasenbefestigung die Neigung $1:1^1/_2$; besteht das Schüttungsmaterial aus Felsen, so können die Böschungen je nach Beschaffenheit des Gesteins steiler genommen werden, z. B. 1:1, auch bis 1:0,5. Besteht jedoch das Schüttungsmaterial aus nassem thonigen Boden oder ähnlichem, wenig wiederstandsfähigen Material und hat man nicht Gelegenheit, durch Mischung mit Sand oder Schotter dessen Güte zu verbessern, so muß man die Böschungen von vornherein flacher anlegen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Bettungshöhe größer, das Planum also breiter und dementsprechend niedriger zu machen. Abb. 16 zeigt

Abb. 15.



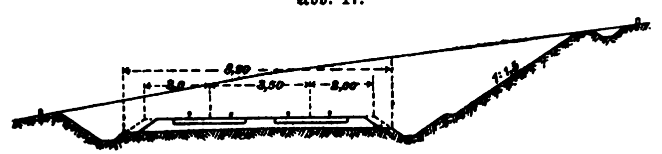
Abb. 16.



einen solchen Querschnitt, bei dem die seitliche Entwässerung des 1:5 bez. 1:10 abgedachten Planums durch Steinschlag oder Sickerrohre bewirkt wird. Die Höhe der Bettung ist = 0,57 m genommen, d. i. gleich der Lichtweite zwischen zwei benachbarten Schwellen. Am Fuße des Dammes pflegt man im Allgemeinen nur auf der Bergseite einen Graben anzuordnen, falls nicht die Fortführung des aus dem benachbarten Einschnitt kommenden Wassers eine Grabenanlage auch auf der Thalseite beansprucht.

§ 2. In den Einschnitten sind beiderseits des Planums entsprechend tiefe Gräben anzuordnen, deren Tiefe bei trockner Lage 0,30 m, bei größerem Wasserzudrang 0,40 bis 0,60 m zu nehmen ist. Das Gefälle der Gräben ist dem Längegefälle folgend, mindestens aber zu 1 : 600 anzuordnen und der Sohle eine Breite von 0,30 bis 0,60 m zu geben. Die Böschungen werden im Einschnitt bei gewöhnlichen Verhältnissen ebenfalls 1:1,5 hergestellt, Abb. 17; falls der Einschnitt jedoch aus Felsen

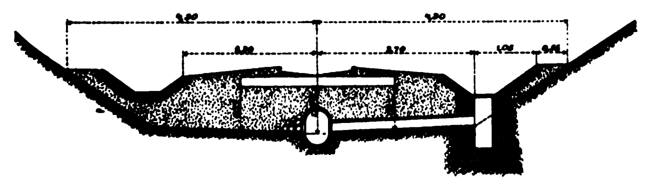
Abb. 17.



besteht, so wählt man je nach der Lagerung und Beschaffenheit des Gesteins auch steilere Lage, bis 1 : 1/6. Wenn jedoch das Planum eines Einschnittes aus nassem Thon oder ähnlichem, nicht hinreichend widerstandsfähigem Material besteht, so empfiehlt es sich, dasselbe tiefer zu legen und so auszubilden, wie es Abb. 18 ausführt. Die Entwässerung der Sohle des Planums wird dann durch unterirdische Canäle, wie angegeben, stets frostsicher und zuverlässig bewirkt.

Vielfach legt man in Einschnitten in der Höhe des Planums oder der Krone Grabenbermen (Bankete) von 0,5 bis 1,0 m Breite an (Abb. 17), um Platz zu gewinnen zum Ausschlämmen der Gräben. Bei hohen Einschnitten wird es häufig nöthig, Fanggräben außerhalb der oberen Böschungskante anzulegen, um dadurch das vom Nachbarlande kommende Wasser seitlich abzuführen und somit die Böschungen gegen Auswaschungen zu schützen. Abb. 17. Außerhalb dieses Grabens bez. der Ein-

Abb. 18.



schnittskante oder des Dammfußes folgt der Schutzstreifen in 0,6 bis 1,0 m Breite und, wenn ein Schutz gegen Schnee oder Waldbrände erforderlich ist, ein Schutzstreifen von größerer

Breite. Die Grenze des Bahngeländes wird durch Grenzsteine gekennzeichnet, die so einzusetzen sind, daß die Außenkante der Grenzsteine die Grenzlinie bilden.

b) Die Ausführung der Erdarbeiten.

§ 1. Die Ausführung der Arbeiten zur Anlage einer Eisenbahn pflegt man der Art einzutheilen, daß die schwierigeren Bauten, Brücken, Viaducte, Tunnel, große Einschnitte u. s. w., zuerst in Angriff genommen werden und man dann, je nach dem Fortschreiten dieser Arbeiten, die kleineren und weniger Zeit in Anspruch nehmenden Bauten beginnt, damit, wenn dann mit der Herstellung des Gleises der Anfang gemacht wird, diese Arbeit ununterbrochen fortgeführt werden kann.

§ 2. Die Ausführung umfaßt die Gewinnung und die Förderung der Erdmassen. Unter ersterer Arbeit versteht man das Lösen des Bodens, sowie das Laden desselben in die Fördergefäße, unter letzterer das Fortbringen, Abstürzen und Verbauen, sowie Einebnen. Die Böschungsarbeiten (Einebnen, Bekleiden und Besäen) werden meistens erst später ausgeführt und auch besonders bezahlt. Beim Lösen des Bodens lockert sich derselbe auf und zwar beträgt diese Auflockerung je nach der Beschaffenheit 10 bis 50 %, wovon aber bei längerer Lagerung der größte Theil wieder sich verliert, so daß schließlich nur 2 bis 15 % zurückbleiben. Das Sackmaaß beträgt je nach der Bodenbeschaffenheit $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ der Höhe. Die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters ergiebt sich aus der folgenden Tabelle.*) (s. S. 23.)

§ 3. Zur Fortschaffung des Bodens wendet man je nach der Entfernung, welche zurückzulegen ist, verschiedene Förderarten an; im allgemeinen beginnt man mit einfachen, auch doppeltem Wurf, dann mit Schubkarren, woran sich dann bald die Förderart schließt, welche man für die betreffende Arbeitstelle bis zur Beendigung beibehält. Man unterscheidet:

1. Transport mit Schubkarren mit Förderweiten, die zweckmäßig nicht über 100 m zu wählen sind.

2. Handkippkarren-Transporte bis zu 300 m Förderweite; diese Transportart sowohl, wie die mittels

3. Pferdekippkarren, welche bis 1000 m gebräuchlich sind, werden jedoch in neuerer Zeit nicht viel mehr angewendet. Dahingegen finden die Beförderungsarten mittels

---

*) S. Der Eisenbahnbau, 4. Auflage, von A. Göring. Berlin 1891. Verlag von W. Ernst & Sohn.

Klasse	Bodenart	Lösegeräth	Arbeitsstunden für den cbm	Kosten in Pfennigen für den cbm			
				für Arbeit	für Geräthe	für Sprengmittel	Im Ganzen einschl. Gewinn
I	Gewöhnlicher Stichboden, Sand, Dammerde u. s. w.	Schaufel, Spaten	0,5—1	10—20	—	—	15—20
II	Schwerer Stichboden, feiner Kies, leichter Thon u. s. w.	desgl. nebst Keilen und Schlägel	1,0—1,6	20—32	5	—	25—40
III	Schwerer Lehm, mit Steinen durchsetzter Boden	Breithacke nebst Keil und Schlägel	1,6—2,4	32—48	6	—	40—60
IV	Trümmergestein, festes Gerölle, kleinbrüchiger Schiefer	Spitzhacke, Brechstange	2,4—4,0	48—80	8—10	—	40—70
V	Leicht schießbares Gestein	Bohrung mit Sprengmittel, mit Brecheisen	3,5—6,0	70—120	10—15	15—30	70—150
VI	Schwer schießbares Gestein	desgl. mit Keil und Hammer, Bohrmaschine	6—8,0	120—160	15—20	30—50	150—250

4. Wagen auf Schmalspurgleisen und zwar mit Menschen bis 500 m Transportweite, mit Pferden bis 1500 m Weite, sowie endlich bei größeren Massen (über 5000 cbm) mittelst Locomotiven auf größere Entfernungen mehr und mehr Anwendung.

Die Förderkosten ergeben sich bei einem Lohnsatze von 2,00 Mk. für den Arbeiter, aus folgender Preistafel (einschl. Gerätheksosten)*):

Förderweite m	Preis für den cbm Pfennige	Förderweite m	Preis für den cbm Pfennige	Bemerkungen
25	14	1100	68	
50	18	1200	70	Bei Steinmaterial etwa 20% mehr.
75	22	1300	72	
100	25	1400	74	
150	30	1500	75	
200	34	1600	76	Bei Steigungen ist für den Meter Hebung zuzusetzen
250	38	1700	77	bis 100 m Weite 2,5 ₰
300	41	1800	78	100—500 m " 2,0 "
350	44	1900	79	500—1500 m " 1,0 "
400	46	2000	80	über 1500 m " 0,5 "
450	48	2500	85	
500	50	3000	90	
600	54	3500	95	
700	57	4000	100	
800	60	4500	105	
900	63	5000	110	
1000	66			

§ 4. Zur Bekleidung der Böschungen verwendet man Deckrasen oder Mutterboden. Das Material hierzu wird meistentheils vor Beginn der eigentlichen Erdarbeiten der Dammsohle oder der Oberfläche des Einschnitts entnommen, seitwärts aufgestapelt, um dann nach Herstellung des Bahnkörpers an die Böschungen angebracht zu werden. Der Mutterbodenschicht giebt man eine Stärke von 10—20 cm, ebnet dieselbe sorgfältig ein und besäet sie mit einem Gemisch von Gras, Klee- und Luzerne-Samen (für 1 Ar etwa 0,3 kg). Sandigen und unfruchtbaren Boden, sowie steilere Böschungen bepflanzt man mit Akazien, schwedischem Boksdorn und besäet sie mit Ginster. Nasse, sowie Böschungen aus thonigem Material bepflanzt

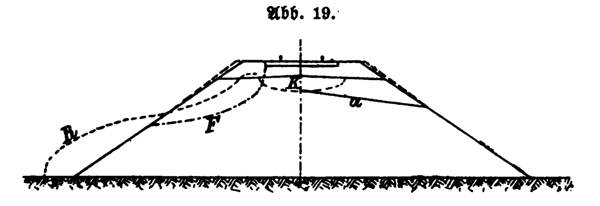
*) Nach Gustav Meyer, Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften. Band I. 2. Auflage. Kap. III, Seite 383.

an mit Weiden und Erlen. Hohe Dämme sind zweckmäßig it Buschholz (Eichen, Erlen, Birken) dicht zu bepflanzen, da adurch die Bildung von Schneewehen auf den Dämmen verhütet wird; jedoch dürfen die Büsche nicht über Gleishöhe hinausreichen. — Die Kosten für Bekleidung der Böschungen stellen sich etwa auf 6—10 Pfennig pro Quadratmeter.

§ 5. Bezüglich der Ausführung der Erdarbeiten, im Besonderen der Herstellung der Dämme werde bemerkt, daß man bei der Auswahl des Schüttungsmaterials vorsichtig zu Werke gehen muß und nicht ohne Weiteres jedes Erdreich, das in den Einschnitten sich befindet, verwenden darf. Als bestes Schüttungsmaterial ist zu betrachten festes Gestein jeder Art, Kies und Sand, letzterer jedoch nur sofern er nicht zuviel lehmige Beimengungen hat. Ferner können ohne Bedenken verwendet werden die Trümmergesteine, sowie Lehm- und Thonboden, wenn letzterer hinreichend mit Steinen oder Sand durchsetzt und nicht zu naß ist. Dahingegen muß Schliessand, eine Masse, die im Einschnitt oft mit der Spitzhaue gelöst werden muß, die aber schon im Transportwagen sich mehr oder weniger in Brei verwandelt und die beim Ausschütten breit auseinander läuft, sowie Quellsand, nasser Thon und Lehm, auch Torf und Moorboden möglichst aus Dammschüttungen fern gehalten werden. Läßt sich die Verwendung nicht ganz vermeiden, so muß man das schlechte Material mit besserem untermengen, d. h. reinen Sand oder Kies in regelmäßigen Lagen zwischen das schlechte Material einbringen.

Wird dieses versäumt, so bilden sich, selbst wenn der Bahnkörper vorläufig auch Stand hält, durch die Last der darüber fahrenden Züge Einsenkungen im Planum, die sich mit der Zeit mehr und mehr vertiefen. Abb. 19. Sobald nämlich

Abb. 19.



erst eine kleine Einsenkung unter dem Gleise im Planum entstanden ist, kann das Wasser aus derselben nicht mehr seitlich abfließen, es bleibt also in der Mulde stehen, vermehrt sich in

nassen Jahren und weicht den Boden unter sich mehr und meh auf. Dadurch verliert dieser die Widerstandsfähigkeit und durc die erneute Last, welche die darüber fahrenden Züge hervorrufen wird die Mulde von Neuem vergrößert. Ueber kurz oder lan kann dann leicht eine Abrutschung nach einer Seite erfolgen wobei der Erd= und Bettungskörper oberhalb der Rutschfläche F abgleitet und sich, wie durch die Linie R angedeutet ist, ab lagert. Dadurch ist natürlich die Sicherheit des Gleises ge fährdet. Diese Abrutschungen, die sich oft bis zur Mitte des Gleises ausdehnen, künden sich meist schon dadurch vorher an daß an den Schwellköpfen Längsrisse entstehen, auch die Planums oder Bettungskante etwas hinausgedrückt wird. Man muß dann sehr auf der Hut sein und am besten sofort vorbeugen, indem man Sickerschlitze seitwärts in den Bahnkörper eintreibt — wenn möglich bis zur Mitte des Gleises, — dieselben mit hinreichenden Gefälle nach Außen versieht, Linie a Abb. 19, sie unten mit durchlässigem Material, Steinen oder grobem Kies ausfüllt, damit das Wasser abziehen kann, und dann wieder bis obenhin mit gewöhnlichem aber möglichst festem Boden ausfüllt. Aller Auf merksamkeit ungeachtet können dennoch Dammrutschungen ein treten, welche dann meist die in Abb. 19 linke Seite dargestellte Form annehmen. Der Boden rutscht dann meist auf einer Rutschfläche F ab, die von den Schwellenköpfen oder einem Punct mehr in der Mitte des Gleises ausgehend anfänglich ziemlich steil einfällt und dann parabolisch nach einem Puncte in der Mitte der Dammböschung oder auch wohl nach dem Fuße des selben verläuft. Nach einer solchen Rutschung thut man stets gut, den Verkehr auf dem anliegenden Gleise einzustellen und erst gründliche Abhülfe zu schaffen. Zu diesem Zwecke stellt man in Entfernungen von etwa 5 zu 5 m Sickerschlitze von 1 m Breite her, und zwar am rascheſten in der Art, daß man für jeden Schlitz zunächst doppelte, 1 m von einander abstehende, Bohlen= wände einrammt und dann den Boden dazwischen herausgräbt, wobei man zugleich die nöthigen Abstufungen vornimmt. Diese Schlitze treibt man bis unter die Rutschfläche F hinab und zwar wieder am besten bis unter das Gleis und füllt sie mit durchlässigem Material und sonst, wie oben beschrieben, aus. — Hat man zur Dammschüttung nicht hinreichend Material, um den zu verwendenden Thon mit besserem Boden mengen zu können, so bleibe man mit dem Planum so tief, daß nach der *Wahl* des Oberbaues mit Sicherheit eine Umbildung desselben

nieden wird. Nach angestellten Beobachtungen und Ver- ;en*) hat sich nämlich herausgestellt, daß eine Veränderung Oberfläche des Planums, welche bei ichem, thonigem Material in der Abb. 20 Längenschnitt dargestellten Weise vor sich ;t, nicht mehr eintritt, wenn die Höhe : Bettung mindestens so hoch ist, als die benachbarten hwellen im Lichten von einander entfernt liegen. Beim lzernen Querschwellenbau mit enger Schwellenlage (11 chwellen auf die Schienenlänge von 9 m) ist diese Ent- rnung = 0,58 cm. Man muß also der Bettung diese öhe unter Schwellenunterkante geben, d. h. das Thonplanum r bis zu dieser Höhe hochführen und es dann seitlich stark, :10 oder 1:5, abdachen, wie Abb. 16 darstellt. Dann werden eder Einsenkungen eintreten, noch wird der Frost in diese iefe eindringen und nachtheilig wirken.

Abb. 20.



§ 6. Bei Herstellung von Einschnitten aus Thon soll an dieselbe Vorsicht anwenden und das Planum ebenfalls so ef legen, daß der Frost nicht hinabgelangen kann und Verän- rungen der Planumsoberfläche durch die Zuglasten nicht mehr rvorgerufen werden. Vergl. Seite 21 und Abb. 18.

Treten Uebelstände, wie die erwähnten, in Einschnitten be- ehender Bahnen ein, d. h. bilden sich Aufquellungen zwischen nd Koffer unter den Schwellen, so muß man, falls etwa ein bhafter Betrieb eine vollständige Ausgrabung des Thones bis r obengenannten Tiefe nicht zuläßt, Auskofferungen zwischen n Schwellen vornehmen, wie Abb. 21 es veranschaulicht. Beim

Abb. 21.

1:75.

ngschwellen-Gleise muß diese Auskofferung entsprechend dem ößeren Zwischenraume zwischen den Langschwellen (1,20 m) ;fer geführt werden. Eine Entwässerung dieser ausgekofferten lanumstheile ist nothwendig und zwar muß dieses, falls die

*) Umbildungen des Planums von E. Schubert. Verlag von . Ernst & Sohn, Berlin.

seitlichen Bahngräben nicht tief genug sind, mittels Thonröhren nach den Einschnittsenden bewirkt werden.

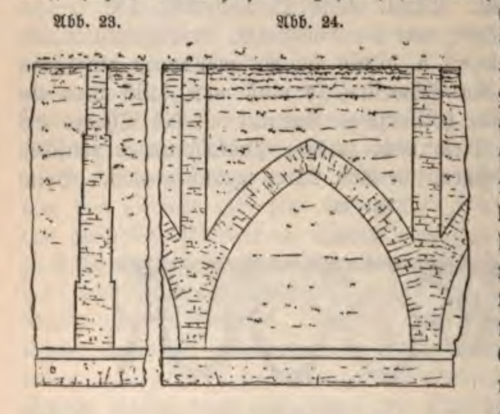
Etwaige Rutschungen*) an den Einschnittsböschungen werden ähnlich denen der Dämme behandelt, nur muß man, da diese Rutschungen häufig auf unterliegende wasserführende Schichten zurückzuführen sind, die einzubauenden Schlitze (Steinporen) bis unter die wasserführende Schicht hinaufführen und am Fuß fest zu lagern suchen. Abb. 22 zeigt im Querschnitt eine häufig vorkommende

Abb. 22.



Form solcher Rutschungen. F ist die Rutschfläche, die, von der wasserführenden Schicht ausgehend, steil nach oben verläuft. Die Sohle des Sickerschlitzes treppt man in der angedeuteten Weise ab und führt sie, wenn die wasserführende Schicht nicht zu hoch liegt, bis zur Grabensohle hinab. Die Schlitze macht man entweder pfeilerartig grade, wie Abb. 23 im Grundriß angiebt, und setzt sie dann 5—10 m auseinander, oder man verbindet die senkrechten Schlitze durch Bogen nach Art der Abb. 24. In diesem Falle können die senkrechten Pfeiler weiter auseinander (bis 20 m) gesetzt werden.

Abb. 23. Abb. 24.



*) Näheres s. die Rutschungen der Erdbauten von A. v. Kaven. Verlag von J. F. Bergmann. Wiesbaden.

§ 7. Ueber das **Auffrieren** des Gestänges und die ldung von **Frostbeulen** sei Folgendes bemerkt. Diese Ereinungen treten auf in Thoneinschnitten, bei denen die Bettung cht so hoch ist, um das Eindringen des Frostes in das Thonanum zu verhüten. Sie erscheinen jedoch weniger bei anltendem strengen Frost, als in der Zeit, in der der Frost hon im Aufgehen begriffen ist; oft beim schönsten warmen Sonnenschein in den Märztagen. Der Vorgang dabei ist folgender. Abb. 25 stellt einen Längenschnitt des Gleises dar, in dem zwischen A und B sich eine Thoneinlagerung befindet,

Abb. 25.

während das beiderseits der Thonlage befindliche Material frostständig ist. Beim Eintritt des Frostes gefriert zunächst die Bettung und zwar von oben nach unten ziemlich gleichmäßig ohne merkliche Ausdehnung, da sie nur wenig Wasser enthält, zwischen dem Kies und den Sandkörnern auch Lufträume in hinreichender Menge vorhanden sind. Immerhin erfolgt die Frostbildung und somit etwaige Ausdehnung gleichmäßig in der ganzen Länge, so daß Unregelmäßigkeiten am Gleise nicht bemerkbar erden. Gelangt der Frost bis zur Tiefe des Thonplanums nd macht auch dieses erstarren, so hat der Thon infolge seiner rößeren Dichtigkeit und seines größeren Wassergehaltes das estreben, sich dementsprechend auszudehnen. Da aber die über m liegende Decke als ein fester starrer Körper, einem kräftigen räger gleich, dieser Ausdehnung widerstrebt — es sei denn, ıß bei größerer Ausdehnung des Thonlagers Kiesbett und leis mit dem Thon gleichmäßig gehoben werden — so muß ie Ausdehnung nach unten in die weicheren Schichten oder uch auf das nebenliegende Erdreich sich erstrecken. Tritt nun Thauwetter ein, so werden die oberen Schichten der Bettung uerst erwärmt und aufgethaut, dadurch wird die Höhe der efrorenen Schicht vermindert, der widerstandsfähige Körper lso geschwächt. Ist das Aufthauen des Bettungskörpers oweit fortgeschritten, daß der gefrorene Körper nicht mehr oviel Widerstand leisten kann, um der im Thone vorhandenen Spannung das Gleichgewicht zu bieten, so bricht die Frostdecke urch, sie wird durch die unterliegende Thonschicht gehoben, das Gleis mit ihr und die Frostbeule ist plötzlich entstanden. Abb. 26.

§ 8. Bei schlammigem Kiese und unreinem Bettungsmaterial kann die Frostbeule auch dadurch entstehen, daß nach

Abb. 26.



eingetretenem Thauwetter, doch ehe der Frost vollständig aus dem Bahnkörper heraus ist, wieder von Neuem Frost eintritt. Alsdann kann, wenn an einzelnen Stellen größere Schlamm- und Wassermengen sich unter den Schwellen ansammeln, beim Eintritt des Frostes die Ausdehnung dieser Massen nur nach oben stattfinden, da unterhalb sich noch die festgefrorene Bank befindet, die mehr Widerstand leistet, als das Gewicht des Gleises.

Vorläufige Abhülfe ist zu schaffen im ersteren Falle durch Ausgraben des aufgethauten Kieses und Tieferlegen der Schwellen, im letzteren Falle durch Ausdechseln der hochgefrorenen Schwellen, an den Stellen, wo das Gleis zu hoch liegt, sowie Zwischenlegen von Platten zwischen Schienen und Schwellen an den Stellen, wo die Schwellen nicht mit hoch gehoben sind. In manchen Fällen kann man auch durch Aufthauen der hochgetriebenen Strecken mittelst ungelöschten Kalkes das Gleis durch gewöhnliches Nachstopfen bez. Senken oder Anheben wieder in Stand setzen. Letzteres Mittel wolle man jedoch nur in den äußersten Fällen, so z. B. beim Langschwellbau System Haarmann, anwenden, da das Bettungsmaterial durch den Kalk sehr verunreinigt wird.

3. Die Bettung.

§ 1. Der Zweck der Bettung besteht darin, das Gleis sicher und möglichst trocken zu lagern. Das Material, aus welchem man die Bettung herstellt, muß daher widerstandsfähig und trocken sein, auch muß es, um die Höhenlage des Gleises genau feststellen zu können, sich stopfen lassen. Ueber die Abmessungen, welche man dem Bettungskörper zu geben pflegt, ist unter II. 2a bereits das Nöthige bemerkt, so daß hier nur über das zur Verwendung zu bringende Material und die Herstellungsweise der Bettung noch Einiges nachzufügen bliebe.

Die Bedingung der Wasser-Durchlässigkeit wird am besten erfüllt durch grobes Gestein, das hochkantig als Packlage gesetzt wird; zum Stopfen ist aber dieses Material nicht zu gebrauchen, dazu muß man Schotter beschaffen, der aus wetterbeständigen Steinen besteht, die in einer Korngröße von 3—5 cm geschlagen sind. In Ermangelung des Schotters oder Steinschlages kann man aber auch Kies verwenden, der jedoch rein von lehmigen oder erdigen Beimischungen sein muß und nur geringe Sandbeimengungen (10—20%) enthalten darf. Im Flachlande, wo Steine schwer zu haben sind, verwendet man zur Unter-Bettung reinen Sand. Bei Thondämmen ist es überhaupt, auch bei Verwendung von Steinpacklagen, besser, zunächst eine Sandschicht über das Planum zu schütten, da die spitz gestellten Steine sonst zu leicht in den Thon eindringen und dadurch sofort Unebenheiten entstehen, die das Wasser nicht zum Abfluß gelangen lassen.

In einzelnen Fällen kann als Bettungsmasse Hochofen- oder Converter-Schlacke verwendet werden, wenn bei derselben erfahrungsmäßig ein Zusammenbacken nicht zu befürchten ist. Die Schlacke ist vor der Verwendung zu zerkleinern und verhält sie sich dann ähnlich dem Schotter. Steinkohlenasche oder Schlacke, die aus den Locomotiven herrührt und welche noch viele unverbrannte Theile enthält, ist unter allen Umständen zu vermeiden, da dieselbe einerseits die Druckvertheilung nur sehr ungleichmäßig vornimmt, sie vor Allem aber die Feuchtigkeit ansaugt und sehr lange festhält. Sodann wird die Steinkohlenasche unter stärkerem Druck vollständig undurchlässig.

§ 2. Die Herstellung des Bettungskörpers geschieht bei Verwendung einer Packlage in der Weise, daß man die etwa 5 cm langen Steine hochkantig dicht neben einander stellt und gehörig mit kleinen Steinen verzwickt. Da man die Oberkante der Packlage gern wagerecht herstellt (um dem Stoffmaterial darüber überall die gleiche Höhe geben zu können), so muß man zur Ausgleichung des Seitengefälles des Planums die größeren Steine der Packlage nach der Kante und die kleineren nach der Mitte zu verwenden Abb. 27. Sind gute Steine zur Packlage nicht zu beschaffen, so kann man auch recht groben Flußkies bis 15 cm größter Abmessung der Steine) verwenden.

In Bögen mit kleinem Halbmesser setzt man die Packlage so, daß ihre Oberfläche annähernd parallel zur Neigung des

Schienenstranges ist. Abb. 28. Ueber die Packlage wird alsdann das Stopfmaterial (Schotter oder Kies) bis zur Höhe von Schwellenunterkante aufgebracht.

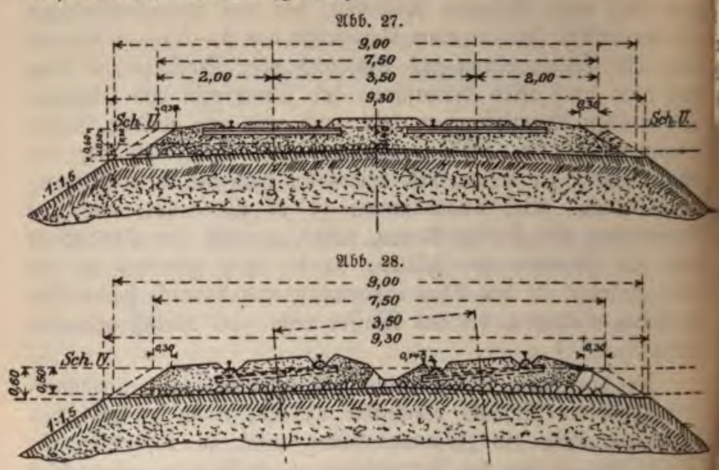


Abb. 27.

Abb. 28.

Stehen keine Steine zur Verfügung, so muß man an Stelle der Packlage die Unterbettung aus Kies oder reinem Sande herstellen. Man führt dieselbe, bis etwa 10 cm unter Schwellenunterkante in die Höhe und bringt dann das Stopfmaterial auf. Von der Güte des Stopfmaterials hängt die dauernd gute und billige Unterhaltung des Gleises wesentlich ab. Beim Stopfen, d. h. also beim Untertreiben des Stopfmaterials unter die Schwelle, welche Arbeit man fast allgemein mittels Stopfhacken bewirkt, wird ein Theil desselben zerschlagen und zu Pulver zerkleinert. Auch durch das Befahren des Gleises durch die Züge tritt eine wenn auch geringere Zerstörung des unter den Schwellen befindlichen Stopfmaterials ein. Durch Hinzutritt des Niederschlagswassers verwandeln sich diese zerkleinerten Theile in Schlamm, der bei jahrelanger Wiederholung der beschriebenen Erscheinung den oberen Theil des Stopfmaterials so undurchlässig und dicht machen kann, daß das Wasser nicht mehr einsickert und unten abläuft. Das Gleis zeigt dann die Erscheinung des sog. „Suppens", es geräth in einen schlechten Zustand, der außerordentlich viel Unterhaltungskosten erfordert. Deshalb ist es nöthig, bei der Auswahl des Stopfmaterials sehr vorsichtig zu sein. Das beste

stopfmaterial ist der Steinschotter, Kleinschlag (Steinschlag), der n 3—5 cm Korngröße aus wetterbeständigen, harten und widerstandsfähigen Steinen hergestellt wird. Nächst diesem ist reiner, scharfer Flußkies, dessen Steine möglichst wenig Feldspath oder andere leicht an der Luft verwitternde Theile enthalten, zu empfehlen. Kann man auch diesen nicht haben, so muß man zum Grubenkies seine Zuflucht nehmen; hierbei jedoch streng darauf achten, daß derselbe gut ausgehalten wird, also nicht etwa durch in der Grube mit anstehende oder zwischen lagernde Lehm- oder Thonschichten verunreinigt wird. Auf alle Fälle empfiehlt es sich, den Kies zu sieben und dabei Siebe von etwa 8 mm Maschenweite zu verwenden. Die Siebe dürfen aber dabei nicht zu steil, sondern höchstens unter einem Winkel von 50° aufgestellt werden, da sonst zu viel Sand in dem oberhalb abgleitenden Material verbleibt. Ein geringer Sandzusatz (10%) ist freilich als zulässig anzusehen, doch muß derselbe rein d. h. nicht lehmig oder thonig sein.

Bei Verwendung von Hochofen-Schlacke oder Steinschlag muß man auf Bahnhöfen, wo zwischen den Gleisen viel gegangen wird, den Schotter mit feinerem Kiese oder Sande überdecken.

4. Der Oberbau.

a. Die Bauart des Gleises.

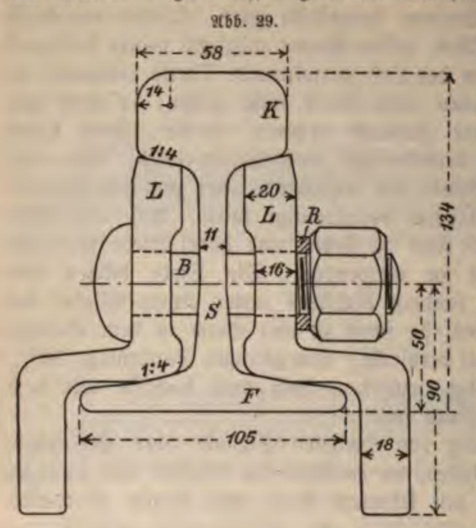
§ 1. Unter dem Oberbau einer Eisenbahn versteht man das aus den Schienen mit ihren Unterlagen, sowie den dazu gehörigen Befestigungsmitteln (Kleineisenzeug) hergestellte Gleis. Diese einzelnen Theile des Gleises haben seit Bestehen der Eisenbahnen mancherlei lehrreiche Wandlungen durchgemacht, ehe man zu den heutigen Formen kam; doch soll hier auf die Entwickelung des Eisenbahn-Oberbaues nicht weiter eingegangen, hingegen unter Verweisung auf die unten benannte Schrift*) zur Beschreibung der jetzt auf den größeren deutschen und einigen benachbarten Eisenbahnen gebräuchlichen Oberbauarten geschritten werden.

Im Allgemeinen sei zuvor bemerkt, daß man in Deutschland fast ausschließlich die sog. Breitfußschiene Abb. 29 verwendet, bei der der Kopf k, nach den „Technischen Vereinbarungen“, nicht

*) Fortschritte im Eisenbahnwesen, Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden.

weniger als 57 mm breit ist, derselbe eine ebene oder m
mit 200 mm Halbmesser gewölbte Oberfläche hat un

Abb. 29.



nach einen
messer von
stens 14 m
rundet ist.
wird schar
schnitten, d
Laschen L
geklemmt
können. D
lere Theil S,
genannt, er
nur gering
(11—15 m
Fuß der S
soll nicht
100 mm b
und die ga
der Schie
unter 125 n
Querschwellbau) genommen werden, auch muß die Schien
sein, daß sie an jeder Stelle im Gleise einer bewegten
7000 kg mit Sicherheit Widerstand leistet. Die Be
zweier aneinander stoßenden Schienen wird durch La
bewirkt, die durch Laschenschrauben (auch wohl Schienens
genannt) mit den Schienen befestigt werden. Die
ruhen entweder auf Holzschwellen oder auf eisernen Schwel
Holzschwellen liegen stets quer zum Gleise und werden
halb Querschwellen und die ganze Bauweise: Oberb
hölzernen Querschwellen genannt. Die eisernen S
ordnet man sowohl quer zum Gleise, als auch längs
unter den Schienen, an, und nennt die erste Bauweise:
bau mit eisernen Querschwellen und die letztere:
bau mit eisernen Langschwellen.

1. Oberbau der Königl. Preußischen Staats-Eisen

§ 2. Im Jahre 1886 ist für sämmtliche Hau
des Verwaltungsbezirkes der Preußischen Staatsbah
Schienen- und Laschen-Querschnitt einheitlich eingeführt,
Abb. 29 in $^{1}/_{3}$ der wirklichen Größe dargestellt is

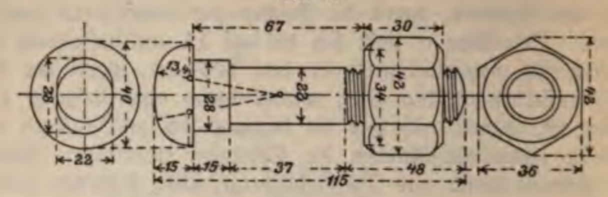
chienenkopf K dieser Schiene hat eine Breite von = 58 mm, ist nach einem Halbmesser von 225 mm oben flach gewölbt nd seitlich nach einem Halbmesser von 14 mm abgerundet der Kopf der Schiene ist scharf, nach einer Neigung : 4, unterschnitten, damit die Laschen gut angeklemmt werden önnen. Der Steg S zieht sich bis auf 11 mm zusammen und er Fuß hat eine Auflagerbreite von 105 mm, wobei der Anschluß desselben an den Steg wieder durch eine Neigung 1 : 4 gebildet ist, damit auch hier die Laschen sich gut anlegen und sie beim festen Anschrauben die Schienen unterstützen können. Das Gewicht dieser aus Flußstahl hergestellten Schienen beträgt auf den lfd. m 33,4 kg. Die Länge der Schienen beträgt durchweg 9,00 m, nur für die Bögen werden, zum Ausgleich des Längenunterschiedes, auch Schienen von 8,93 m Länge verwendet, die Ausgleichschienen genannt und mit einem dritten Loch an einem Ende besonders bezeichnet werden. Schienen von weniger als 9 m Länge sind bei der Neulieferung an beiden Stirnflächen mit weißer Oelfarbe kenntlich zu machen, auch ist das Längenmaaß derselben auf beiden Seiten des Steges anzuschreiben. Jede Schiene muß auf dem Stege das Fabrikzeichen, die Jahreszahl der Lieferung und die sonst etwa vorgeschriebenen Zeichen in erhabener Form tragen.

Die Zugfestigkeit des zur Anfertigung der Schienen verwendeten Flußstahles soll mindestens 50 kg auf den qmm betragen.

§ 3. Die Laschen, welche ebenfalls aus Flußstahl hergestellt werden, haben die in Abb. 29 dargestellten Querschnitte; sie liegen oben an dem unterschnittenen Schienenkopfe und unten auf dem Fuße auf längere Flächen an und sind dann zweimal im Winkel gebogen und nach unten 40 mm über den Schienenfuß hinaus verlängert. Die Stärke der Laschen wechselt zwischen 16 und 20 mm und unterscheidet man ihrer Form und Länge nach Innenlasche und Außenlasche. Die Länge der Innenlasche ist bei fast sämmtlichen Preußischen Eisenbahn-Verwaltungen gleich, nämlich 600 mm, diejenige der Außenlasche jedoch nicht. Die Gesammthöhe der Lasche beträgt 142 mm. Zur Aufnahme der Bolzen werden die Laschen mit Löchern versehen und zwar die Innenlasche mit runden, die Außenseite mit ovalen Löchern. Zum Befestigen der Laschen mit den Schienen sind 4 Laschenbolzen aus Schweißeisen von 22 mm Durchmesser angeordnet, die am Kopfende oval gestaltet sind, um das Drehen

beim Anziehen zu verhindern. Diese ovalen Theile der Bol… passen in die ovalen Löcher der Außenlasche, so daß die Mutt… stets innerhalb des Gleises angebracht werden. Abb. 30 s…

Abb. 30.



einen solchen Bolzen dar. Zum Verhüten des Losdrehens der Muttern wird unter jede eine Federing R (Abb. 29) untergelegt.

§ 4. Die Abmessungen der Holzschwellen sind bei sämmtlichen Preußischen Verwaltungen ebenfalls vollkommen gleich; sie haben nämlich eine Länge von 2,50 m, nach den neuesten Bestimmungen von 2,70 m, eine Breite von 0,26 m, wobei die Schwellen unten vollkantig sein müssen, oben aber soviel Waldkante haben dürfen, daß ein Mindestmaaß von 16 cm Breite vorhanden bleibt. Die Stoßschwellen sollen jedoch möglichst vollkantig sein. Die Dicke der Schwellen ist durchweg auf 16 cm festgesetzt. Auf eine Schienenlänge von 9 m kommen 10 Schwellen; bei Neubauten und Umbauten in neuerer Zeit jedoch auf den Hauptlinien mit starkem Verkehr 11 Stück. Das Material der Schwellen besteht aus Eichen-, Buchen- oder Kiefernholz. Letztere werden allgemein mit Zinkchlorid, erstere meist mit Creosot getränkt. Die Befestigungsarten zwischen Schiene und Schwelle weichen bei den einzelnen Verwaltungen mehrfach von einander ab, und möge hierüber das Nähere bei der Besprechung der Einzel-Anordnungen erörtert werden.

α. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Altona.

§ 5. Abb. 31 u. 32 stellen die gewöhnliche Bauweise unter Verwendung höherer Querschwellen im Schnitt und Ansicht der inneren Seite dar. Die Schienen ruhen zunächst auf schweißeisernen Unterlagsplatten von 160 mm Breite und 180 mm Länge, 12,5 mm Stärke und 5 mm Randhöhe, die ein Gewicht von 3,07 kg besitzen und mit 3 Löchern versehen sind. Solche Platten werden sowohl auf die Stoß- als auf die Mittelschwellen verlegt. Während die äußere Lasche die allgemein übliche Länge

von 600 mm hat, ist die innere Lasche 67 mm länger. Beide Laschen sind nach der Abb. 32 für Unterlagsplatte und Schwelle

Abb. 31.

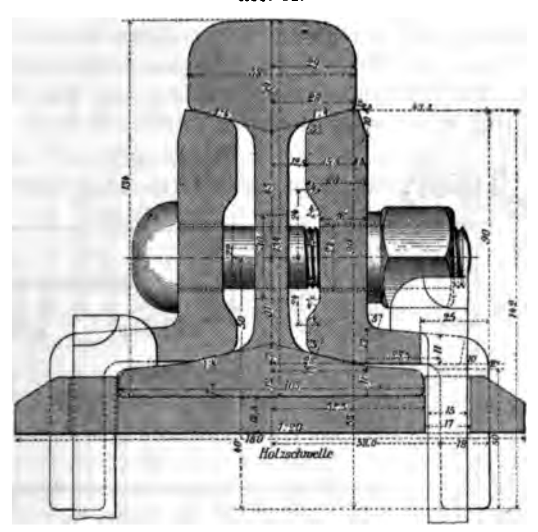
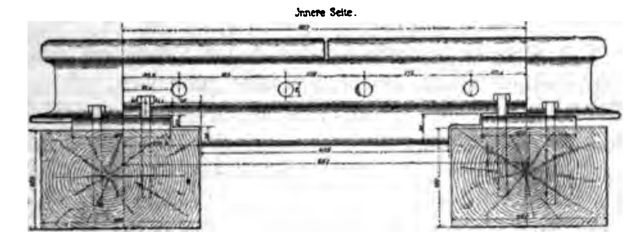


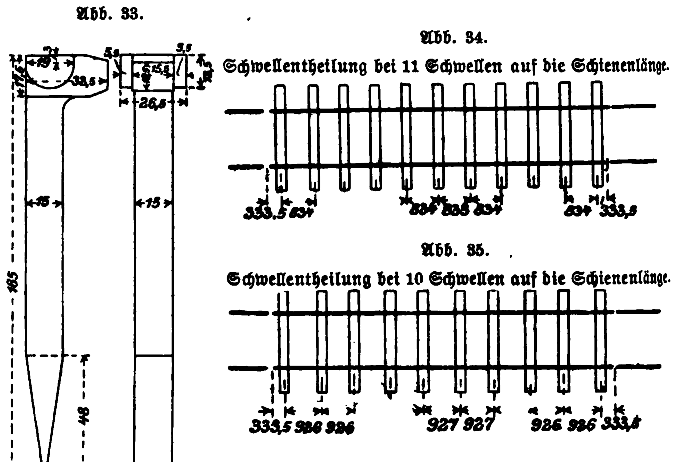
Abb. 32.

Innere Seite.



sgeklinkt, die innere auch noch zur Aufnahme der äußeren igel, um dadurch beide dem Schienenstoße benachbarten hwellen gegen das Wandern in Mitleidenschaft zu ziehen. s Gewicht der Außenlasche beträgt 12,56, das der Innenche 13,64 kg. Die Befestigung der Schiene mit den Schwellen chieht ausschließlich durch Hakennägel, welche 165 mm lang, /15 mm stark sind und 0,29 kg das Stück wiegen. Abb. 33 zt einen solchen Hakennagel, der keine Spitze, sondern eine jneide besitzt, die beim Einschlagen die Holzfaser quer durch-

schneidet. Die Schwellen müssen vor der Verwendung an den Auflagerstellen behobelt werden und zwar erhält diese Hobelung nach § 7 der „Technischen Vereinbarungen" eine Neigung von 1:20 nach Innen. Auf die Schienenlänge von 9 m kommen bei Hauptlinien, die mit großer Geschwindigkeit befahren werden, 11 Schwellen, auf Bahnen mit geringerer Geschwindigkeit nur 10 Stück. Die Vertheilung derselben erfolgt nach Abb. 34 u. 35.



Das Gewicht des Eisenwerkes dieses Oberbaues stellt sich für eine Schienenlänge Gleis wie folgt zusammen:

2	Stück	Schienen von 9,0 m Länge	je 300,60 kg	=	601,20 kg
2	„	Außenlaschen	„ 12,56 „	=	25,12 „
2	„	Innenlaschen	„ 13,64 „	=	27,28 „
8	„	Laschenbolzen	„ 0,542 „	=	4,336 „
8	„	Unterlags-Federinge	„ 0,018 „	=	0,144 „
4	„	Unterlagsplatten an den Stößen mit je 3 Löchern	„ 2,99 „	=	11,960 „
16	„	desgl. für die Mittelschwellen (bei 11 Schwellen 18 Stück) mit je 2 Löchern	„ 3,03 „	=	48,48 „
44	„	Hakennägel (bei 11 Schwellen 48 Stück)	„ 0,29 „	=	12,76 „
Zusammen für ein Gleisstück von 9 m Länge				=	731,28 „
Mithin beträgt das Gewicht für 1 lfd. m Gleis				=	81,25 „

Dahinzu kommen die Schwellen und zwar auf die Schienen=
: 10 oder 11 Stück.

Andere Bauweisen sind im Directionsbezirk Altona z. B.
t gebräuchlich. Beim Bau der Nebenbahnen werden bis auf
iteres alte ausgewechselte oder für diese Zwecke noch brauch=
e Schienen der Hauptbahnen verwendet.

β. **Bezirk der Königl. Eisenbahn=Direction zu Berlin.**

§ 6. Im Bezirk dieser Verwaltung kommen jetzt auf
uptbahnen sowie bei Umbauten auf bestehenden Strecken
gende zwei Oberbauarten zur Anwendung:

1. Oberbau mit breitfüßigen Schienen auf hölzernen Querschwellen.
2. Oberbau mit eisernen Langschwellen nach der Bauart Haarmann.

Der Oberbau auf hölzernen Querschwellen stimmt mit dem
es Directionsbezirks Altona bis auf die
bweichung genau überein, daß zur Be=
stigung der Schienen auf den Schwellen
icht nur Hakennägel, sondern zum Theil statt
rselben Schwellenschrauben, auch Schrauben=
gel genannt, verwendet werden. Die Haken=
gel sind auf die Außenseiten der Schienen
chränkt, während innen Schwellenschrauben
wendet werden. Nur an den Stößen
d die Nägel, welche durch die Laschen=
klinkung gehen, und die das Wandern
hindern sollen, beibehalten. Abb. 36 stellt
e solche Schwellenschraube (Schraubennagel)
ihren Abmessungen dar. Der Schaft
selben hat eine Stärke von 20 mm, und
ß dieses Maaß auch in den Spitzen des
windes genau beibehalten werden. Die
wellenschrauben werden ebenfalls aus
igem Schweißeisen gefertigt, für welches
terial eine Zugfestigkeit von mindestens
kg auf 1 qmm vorgeschrieben ist. Sie
n mit einem durchaus gleichmäßigen
allisch reinem Zinküberzuge versehen
den, der so fest mit dem Eisen verbunden sein muß, daß

Abb. 36.

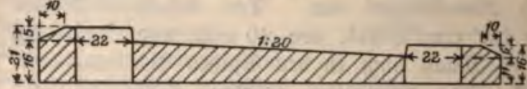
er selbst bei mehrmaligem Hin- und Herbiegen der Schraube nicht reißt oder abblättert.*)

Die Stückzahl und das Gewicht des Eisenwerkes eines Gleisstückes von 9 m Länge dieses Oberbaues stellt sich wie folgt zusammen:

2	Stück	Stahlschienen je 300,6 kg	=	601,20 kg
2	„	Innenlaschen „ 13,8 „	=	27,60 „
2	„	Außenlaschen „ 12,5 „	=	25,00 „
8	„	Laschenbolzen „ 0,56 „	=	4,48
4	„	Unterlagsplatten für Stoßschwellen je 3,07 kg	=	12,28
16	„	Unterlagsplatten (bei 11 Schwellen auf die Schienenlänge 18 Stück) für die Mittelschwellen je 3,11 kg	=	49,76
20	„	Schwellenschrauben (bei 11 Schwellen 22 Stück) je 0,39 kg	=	7,80 „
24	„	Hakennägel (bei 11 Schwellen 26 Stück) je 0,28 kg	=	6,72 „
		Gewicht des Eisenwerkes einer Schienenlänge	=	734,84 kg
		oder auf 1 lfd. m Gleis	=	81,65 „

Dahinzu treten die hölzernen Querschwellen und zwar 10 bezw. 11 Stück auf die Schienenlänge. Die Vertheilung der Schwellen ist ebenso, wie sie für den Directionsbezirk Altona in Abb. 34 u. 35 angegeben ist. Zur Verwendung kommen fast ausschließlich kieferne Schwellen, die mit Zinkchlorid unter Zusatz von carbolsäurehaltigem Theeröl getränkt werden. In neuerer Zeit werden auch Unterlagsplatten mit schräg (1:20) nach innen geneigten Auflagerflächen verwendet, so daß die Schwellen nicht mehr gehobelt (gekappt) zu werden brauchen. (Abb. 37.)

Abb. 37.

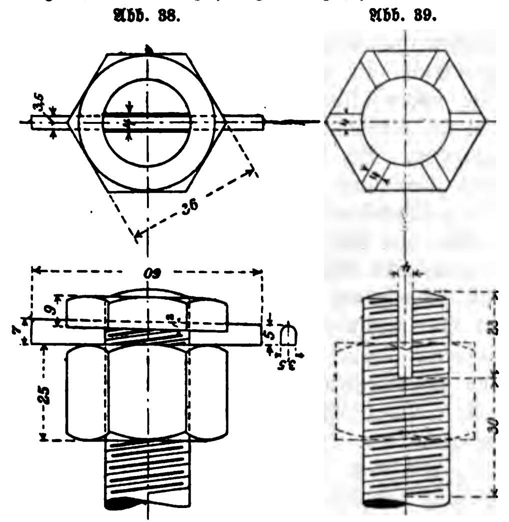


Zur Verhinderung des Loslösens der Schraubenmuttern sind seit einigen Jahren Doppelmuttern mit Keil, Bauart Rock, in Gebrauch, wie sie in Abb. 38 u. 39 dargestellt sind. Der Schraubenbolzen ist mit einer 4 mm breiten und 23 mm tiefen Einkerbung versehen, in welche ein Keil einpaßt; die Doppel-

*) In neuester Zeit werden auch Schwellenschrauben ohne Zinküberzug verwendet.

mutter ist nur 9 mm hoch und hat an der Unterseite 6 radial stehende Einkerbungen von ebenfalls 4 mm Breite. Nachdem die untere Hauptmutter gehörig festgeschraubt ist, wird die

Abb. 38. Abb. 39.



Doppelmutter aufgesetzt und soweit niedergeschraubt, daß nach Einführung des Keiles in der auf Abb. 38 dargestellten Weise, derselbe die obere Mutter am Drehen verhindert und somit diese, wie auch die Hauptmutter festhält.

§ 7. Die Langschwellenbauweise nach Haarmann besitzt Langschwellen von hutförmigem Querschnitt (Abb. 1 u. 2 Tafel I) von 320 mm Breite und 75 mm Höhe, die bei 9,00 m Schienenlänge 8,991 m lang sind und auf den lfd. m 25,73 kg wiegen.

An der Oberplatte der Langschwelle sind seitlich Ansätze angebracht, zwischen denen die Schiene ruht und die ein seitliches Verschieben derselben verhindern. Der Fuß der Schiene ist 85 mm breit, also wesentlich schmäler, als der der Querschwellenschiene. Ihre Höhe ist = 125 mm die Kopfbreite 58 mm und die Stegstärke 11 mm; ihr Gewicht beträgt 29,67 kg auf den lfd. m. Die Laschen der Schiene sind im Querschnitt ähnlich gestaltet, wie die des Querschwellen-Oberbaues, nur sind beide, Innenlasche wie Außenlasche, 600 mmlang, erstere 12,73 kg und letztere 12,66 kg schwer. Die Anlageflächen der Schienen und Laschen haben wieder die Neigung 1 : 4.

Zur Befestigung der Laschen mit den Schienen dienen 4 Bolzen von 22,2 mm Durchmesser und je 0,56 kg Gewicht (Abb. 1, 3 u. 4 Tafel I). Die Befestigung der Schiene auf der Langschwelle wird durch je **2** Klammern bewirkt, welche seitlich über den Schienenfuß fassen und die mit dem andern hakenförmig umgebogenen Ende ihre zweite Stütze an dem unteren Theile der Langschwelle finden (Abb. 1 Tafel I). Die Klammern werden durch einen 20 mm starken, 0,63 kg schweren Klammerbolzen zusammengezogen. Die Stöße der Langschwellen sind gleichfalls verlascht und zwar durch je ein untergelegtes besonders geformtes Eisenstück (die Schwellenlasche genannt) von 615 mm Länge und einem Gewicht von 24,25 kg (Abb. 2 Tafel I), welches durch besonders verlängerte Klammern mit der Langschwelle und dem Schienenfuß festgehalten wird. Diese Schwellenlaschen ruhen wieder auf Querverbindungen, welche ⊓förmigen Ausschnitt, 70 mm Höhe und 7 mm Stärke haben. Die Form der Schwellenlaschen und ihre Lagerung auf den Querverbindungen ist der Art, daß die Auflageflächen der Schiene dadurch mit 1 : 20 nach Innen geneigt werden. Der Schienenstoß ist gegen den Schwellenstoß versetzt, wie Abb. 3 u. 4 Tafel I darstellen. Außer der Querverbindung am Schwellenstoß befindet sich noch eine solche in der Mitte der Langschwelle, jedoch ist an Stelle der Schwellenlasche eine Platte mit gleichem Querschnitt, aber geringerer Länge der Schwellenstuhl genannt, angebracht, die in ähnlicher Weise wie bei der Schwellenlasche mit den oberen Theilen durch größere Klammern verbunden ist. Die Befestigung der Schwellenlaschen und Schwellenstühle mit den Querverbindungen geschieht durch Klemmplatten mit Schrauben, wie auf Tafel I Abb. 1—4 näher angegeben ist. Dadurch, daß die Querverbindung so tief unter Schienen-Oberkante liegt, ist es schwierig, stets richtige Spur zu behalten, und ist dieses ein großer Mangel dieser Bauweise, die sonst ihre großen Vorzüge besitzt. Durch Einbringung von Querverbindungsstangen durch den Steg der Schiene kann man den Uebelstand wesentlich mildern.

Das Material zu einer Schienenlänge Gleis und dessen Gewicht stellt sich wie folgt zusammen:

2	Stück Schienen von 9,0 m Länge	je	267,03 kg	= 534,06 kg
2	„ Langschwellen von 8,991 m Länge	„	231,34 „	= 462,68 „
2	„ äußere Winkellaschen	„	12,66 „	= 25,32 „
				= 1022,06 kg

			Uebertrag		=1022,06 kg
Stück	innere Winkellaschen	je	12,73 kg	=	25,46 kg
„	Laschenbolzen	„	0,56 „	=	4,48 „
„	Querverbindungen	„	40,38 „	=	80,76 „
„	Schwellenlaschen	„	24,25 „	=	48,50 „
„	Schwellenstühle	„	7,75 „	=	15,50 „
„	große Klammern mit rundem Bolzenloch	„	0,83 „	=	4,98 „
„	desgl. mit ovalem Loch	„	0,81 „	=	4,86 „
„	kleine Klammern mit rundem Bolzenloch	„	0,73 „	=	11,68 „
6 „	desgl. mit ovalem Bolzenloch	„	0,71 „	=	11,36 „
4 „	Klemmplatten (a)	„	0,33 „	=	1,32 „
4 „	Klemmplatten (b)	„	0,29 „	=	1,16 „
„	Klammerbolzen	„	0,63 „	=	13,96 „
„	Klemplattenbolzen mit Splint	„	0,33 „	=	2,64 „
„	Federringe	„	0,019 „	=	0,15 „
	wicht einer Schienenlänge Gleis zusammen			=	1248,87 kg
	r der lfd. m Gleis			=	138,75 „

Für Bögen von kleinerem Halbmesser müssen die Lang-wellen auf dem Werke schon besonders gebogen werden. Zur reichung der in den Bögen nöthigen Spurerweiterung werden sondere Klemmplatten geliefert.

§ 8. Auf Nebenbahnen untergeordneter Bedeutung werden Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Berlin meistens Schienen d Kleineisenzeug verwendet, die durch den Umbau der Gleise f den Hauptbahnen gewonnen und für die Nebenbahnen noch uchbar sind. Besondere Normalien für den Oberbau auf ebenbahnen bestehen z. Z. noch nicht.

γ. Bezirk der Königl. Eisenbahndirection Breslau.

§ 9. Es sind folgende Oberbauarten in Anwendung:

Für Hauptbahnen:

1. Oberbau mit 134 mm hohen Normalschienen, hölzernen uerschwellen und Unterlagsplatten mit parallelen Schienen-uflagerflächen und Unterflächen.

2. Oberbau mit gleichen Schienen, hölzernen Querschwellen d Unterlagsplatten mit 1:20 geneigten Schienen-Auflager-lchen und

3. Oberbau mit eisernen Querschwellen.

Für Nebenbahnen:

4. Oberbau mit 115 mm hohen Schienen auf hölzernen Querschwellen.

Für Schmalspurbahnen:

5. Oberbau mit 91,5 mm hohen Schienen und hölzernen Querschwellen.

§ 10. Der unter 1. benannte Oberbau stimmt mit demjenigen des Directions-Bezirkes Altona bis auf kleine Abweichungen im Gewicht vollständig überein, sodaß eine nochmalige Beschreibung unnöthig ist. Nur beim Gewicht des Kleineisenzeugs sind kleine Abweichungen zu verzeichnen, wie bei einer Vergleichung sich ergeben wird.

Das Gewicht des unter 1. genannten Oberbaues des Directions-Bezirks Breslau stellt sich wie folgt zusammen:

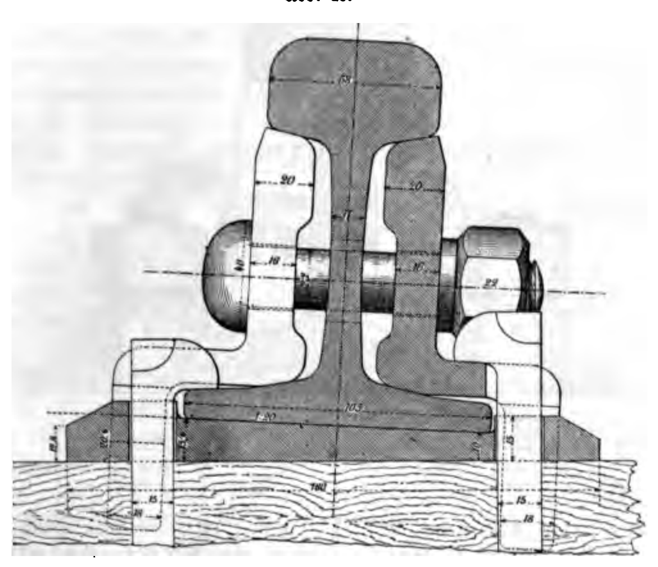
2	Schienen von 9,0 m Länge	je 300,6	kg	=	601,20 kg
2	Innenlaschen	„ 13,65	„	=	27,30 „
2	Außenlaschen	„ 12,58	„	=	25,16 „
8	Laschenbolzen	„ 0,56	„	=	4,48 „
4	Stoßunterlagsplatten	„ 3,03	„	=	12,12 „
16	Mittelunterlagsplatten (bei 11 Schwellen 18 Stück)	„ 3,07	„	=	49,12 „
44	Hakennägel (bei 11 Schwellen 48 Stück)	„ 0,291	„	=	12,80 „
	Gewicht des Eisenwerks einer Schienenlänge			=	732,18 kg
	oder auf den lfd. m Gleis			=	81,35 „

Die Abmessungen der hölzernen Querschwellen sind denen der Direction Altona ebenfalls gleich, ebenso kommen bei Umbauten auf den Hauptlinien neuerdings 11 Schwellen auf die Schienenlänge in Anwendung.

§ 11. Der unter 2. genannte Oberbau mit Unterlagsplatten, deren Oberfläche mit 1:20 nach innen geneigt sind, unterscheidet sich von dem unter 1. benannten nur durch die dadurch bedingte Gestalt der Unterlagsplatte. Abb. 40 giebt einen Querschnitt der Schiene und der Unterlagsplatte mit Endansicht und Schnitt der Laschen. Das Gewicht der Unterlagsplatten beträgt bei den Stoßplatten je 3,09 kg und bei den Mittelunterlagsplatten zu je 3,13 kg. Das Gewicht der Schienenlänge Gleis stellt sich dabei auf 733,38 kg und das eines lfd. m Gleises auf 81,48 kg. Die Abmessungen der Schwellen und die Vertheilung derselben gleicht der vorigen

bauweise vollkommen. Da die Schwellen in Folge der ge- hergestellten Unterlagsplatten nicht mehr gekappt (behobelt) werden brauchen, die Unterlagsplatten vielmehr ohne Weiteres


Abb. 40.

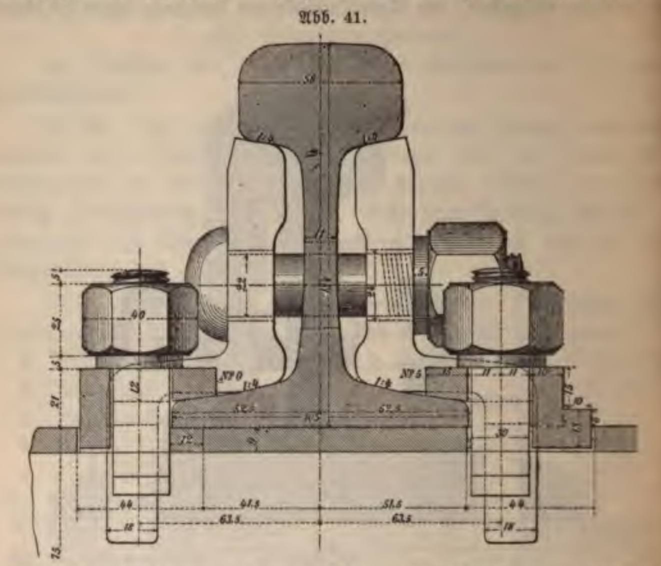


die Schwelle gelegt werden, so muß man darauf sehen, daß Oberflächen der Schwellen nicht etwa windschief, sondern ide und eben sind. Andernfalls kommen die Platten nicht ständig zur Auflage und es gelingt nicht, ein gutes Gleis genauer Richtung und Spur zu erzielen.'

§ 12. Der unter 3. aufgeführte Oberbau mit eisernen Quer- wellen hat auch wieder die in § 2 beschriebenen Schienen Jahre 1885, auch sind die Querschnitte der Laschen wieder elben, die Anlagefläche ist ebenfalls nach 1:4 gestaltet. r bezüglich der Länge der Laschen wird bemerkt, daß Innen- Außenlasche gleich lang (600 mm) sind; da hier nicht wie n hölzernen Querschwellenbau die innere Lasche zur Auf- me des 3. Nagels, der das Wandern verhüten soll, länger sein braucht. Die innere Lasche wiegt 13,127 und die äußere 056 kg. Die Schraubenbolzen für die Laschen haben 22 mm rchmesser und wiegen 0,56 kg. Abb. 41 zeigt einen Quer-

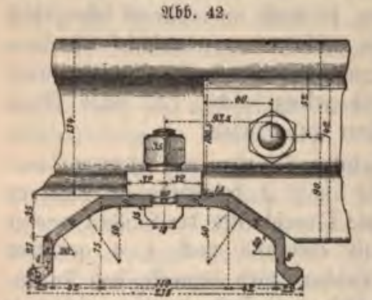
schnitt dieser Bauweise und Abb. 42 eine Innenansicht mit einem Querschnitt durch eine Stoßschwelle. Die Schwellen sind 2,50 m

Abb. 41.



lang, unten 238 mm, oben 110 mm breit, 75 mm hoch und 54,50 kg schwer. Zur Erreichung der Schienenneigung sind die Enden der Schwellen nach einer Neigung 1 : 20 aufgebogen. Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen geschieht durch Hakenschrauben und Klemmplättchen; erstere wiegen 0,358 kg, letztere je nach ihrer Gestalt 0,295 bis 0,310 kg. Durch die Form der Klemmplättchen, im Besondern durch die Breite

Abb. 42.



des seitlichen Ansatzes, werden für die in den Bögen liegenden Gleise die erforderlichen Spurerweiterungen erzielt. Das Wandern des Gleises wird dadurch verhindert, daß die Laschen, welche zur Form der Querschwellen passend abgeschrägt sind, gegen die Klemmplatten der Stoßschwellen treten. Die andere Stoßschwelle wird allerdings nicht mit hierzu heran-

n, wie es beim hölzernen Querschwellenbau geschieht;
ist dieses auch nicht nöthig, da bei der vollkoffrigen Gestalt
jernen Querschwelle dieselbe voll mit festgestopftem Kies ange=
ist und sie den Verschiebungen bedeutend mehr Widerstand
, als die hölzerne Schwelle. Zur Verhütung der Ver=
ıngen nach der Seite haben die Schwellen einen sogen.
erschluß erhalten, der darin besteht, daß das Oberblech der
chwelle von den Enden der Schwelle nach unten umge=
ist. (Abb. 48.)

Abb. 48.

13. Im Bezirk
irection Bres=
ist in neuerer
auch noch eine
weise eingeführt,
er die eisernen
schwellen ge=
sind und die
ienenneigung
Verwendung
besonderen Un=
gsplatten mit
nach 1 : 20
gten Ober=
erzielt wird.
43 zeigt einen
schnitt der Stoßschwelle mit Ansicht von Innen, Abb. 44
Draufsicht, Abb. 45 und 46 Querschnitte der Schiene
Unterlagsplatte. Die letztere greift mit einem am Außen=
bei R angebrachten Rande in die Querschwelle ein. Die
tigung der Schienen mit den Schwellen ist wieder durch
nschrauben von 20 mm Durchmesser bewirkt, jedoch sind
der Stärke der Unterlagsplatte entsprechend länger und
en 0,389 kg das Stück. Ebenso sind auch die unteren An=
der Klemmplättchen, die durch die Unterlagsplatte und durch
Kopfplatte der Querschwelle greifen, entsprechend höher. Die
gen Spurerweiterungen in den Bögen werden hier auch
r durch die verschiedene Breite der Ansätze der Klemm=
en a und b (Abb. 45 und 46) erzielt und hat man des=
von jeder Klemmplatte (der inneren, wie der äußeren) 6
iedene Sorten angefertigt. Die innere Platte 0a (Abb. 45)
keinen Ansatz, während 5b (Abb. 45) einen solchen von

10 mm Breite besitzt. Diese beiden gehören für normalsp
Gleis. Die Platte 5a (Abb. 46) hat einen Ansatz von 1

Abb. 44.

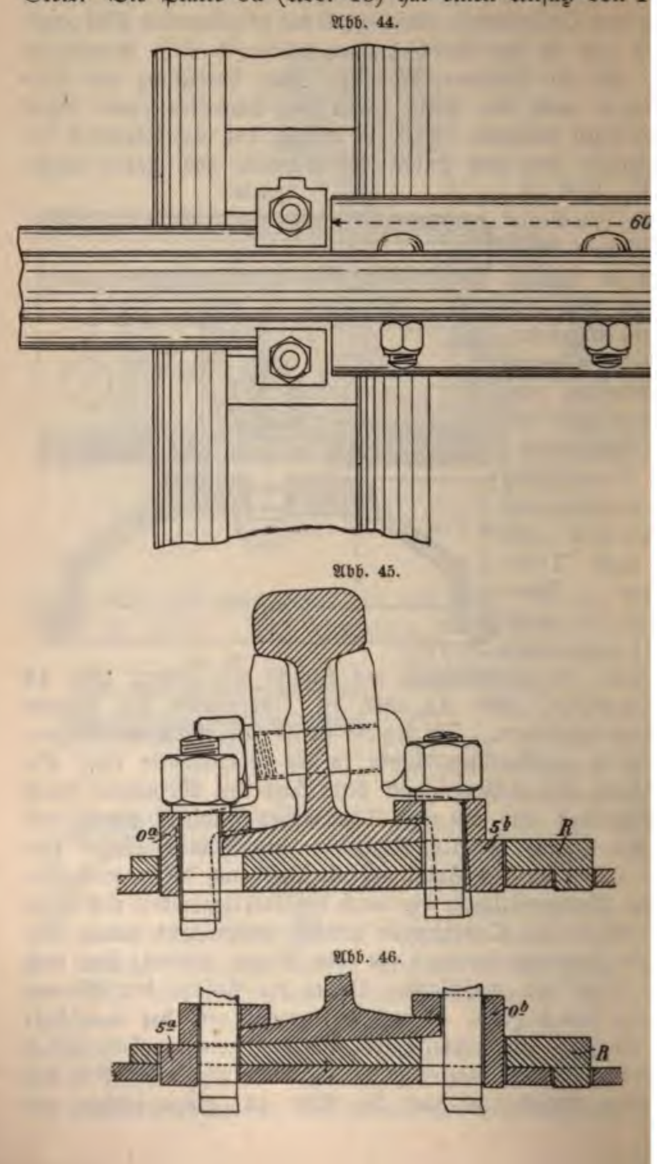


Abb. 45.

Abb. 46.

Breite, während die zugehörige äußere Platte 0b gar keinen Ansatz hat. Bei dieser Anordnung ist also die Schiene gegen die Stellung in Abb. 45 um 10 mm hinausgeschoben und das Gleis hat dadurch eine Spurerweiterung von 10 mm erhalten. Würde man nun auch bei der andern Schiene des Gleises die gleichen Platten verwenden, so würde man eine Spurerweiterung von 20 mm erzielen. Dadurch, daß man nun noch verschiedene Zwischensorten von inneren und äußeren Platten verwendet, bei denen die Breite des Absatzes von 2 bis 2 mm größer bez. kleiner wird, kann man jede gewünschte Spurerweiterung von 0 bis 20 mm herstellen. Die zur Verwendung kommenden Platten haben die Bezeichnung Nr. 0a bis Nr. 5a für die inneren und Nr. 0b bis No. 5b für die äußeren.

Diese Anordnung gestattet, die Querschwellen sämmtlich gleichmäßig zu lochen. Abb. 47 zeigt die Oberansicht einer gelochten Schwelle und Abb. 48 die Seitenansicht mit theilweisem

Abb. 47 u. 48.

Schnitt der Schwelle. Ueber die Anwendung der Klemmplatten besteht folgende Vorschrift: Es sind zu benutzen:

In geraden Strecken und Bögen über					
	900 m Halbm.:	innen	0a u. 0a,	außen	5b u. 5b.
In Bögen von	900—701 m	„ „	1a „ 1a,	„	4b „ 4b.
„ „ „	700—501 m	„ „	2a „ 2a,	„	3b „ 3b.
„ „ „	500—301 m	„ „	3a „ 3a,	„	2b „ 2b.
„ „ „	300—201 m	„ „	4a „ 4a,	„	1b „ 1b.
„ „ „	200—180 m	„ „	5a „ 5a,	„	0b „ 0b.

Das Material und Gewicht dieses Oberbaues stellt sich auf eine Schienenlänge mit 11 Schwellen wie folgt zusammen:

2	Schienen von 9 m Länge je	300,6	kg	=	601,20	kg
2	Innenlaschen jede	13,127	„	=	26,254	„
2	Außenlaschen „	13,056	„	=	26,112	„
8	Laschenbolzen „	0,560	„	=	4,480	„
11	eiserne Querschwellen je	58,74	„	=	646,140	„
22	Unterlagsplatten je	2,58	„	=	56,760	„
44	Klemmplatten-Bolzen (Hakenschrauben) mit Mutter je	0,389	„	=	17,028	„
44	Klemmplatten bei norm. Gleise					
	22 Stück a0 zu je	0,387	„	=	18,150	„
	22 „ b5 zu je	0,438	„			
	Im Ganzen eine Schienenlänge			=	1396,124	kg
	oder der lfd. m Gleis			=	155,125	„

§ 14. Bei Nebenbahnen kommen, wie unter 4. § 9 schon angegeben, niedrigere Schienen von 115 mm Höhe, 7,50 m Länge, 53 mm Breite des Kopfes und 90 mm Fußbreite zur Verwendung, die 24,47 kg für den lfd. m wiegen. Die Laschen sind, ähnlich den Laschen für den Oberbau der Hauptbahnen, Winkellaschen mit einer Verlängerung nach unten; sie wiegen 9,45 kg das Stück. Die Laschenbolzen haben, bei 20 mm Durchmesser, ein Gewicht von 0,43 kg. Es sind, da auf Nebenbahnen nur Holzschwellen verwendet werden, Unterlagsplatten ähnlich denen bei den Hauptbahnen mit erhöhten Rändern in Gebrauch. Bei einer Breite von 100 mm haben dieselben eine Länge von 150 mm und wiegen 1,25 kg das Stück. Zur Befestigung dienen sowohl Hakennägel als verzinkte Schwellenschrauben, letztere sind 155 mm lang und 0,370 kg schwer. Die hölzernen Schwellen sind 2,30 m lang, 250 mm breit und 150 mm hoch; auf die Schienenlänge von 7,50 m kommen 8 Schwellen, die am Stoß 700 mm, die nächst dem Stoß 952 mm und die übrigen 980 mm von einander abliegen. Das Gewicht des Eisenwerks beträgt:

2	Schienen von 7,50 m Länge je	183,525	kg	=	367,05	kg
4	Laschen „	9,45	„	=	37,80	„
4	Laschenbolzen „	0,43	„	=	3,44	„
16	Unterlagsplatten „	1,25	„	=	20,00	„
36	Hakennägel „	0,238	„	=	8,57	„
	Gewicht des Eisenwerkes für eine Schienenlänge			=	436,86	kg
	oder für einen lfd. m Gleis			=	58,25	kg.

§ 15. Der Oberbau für schmalspurige Bahnen auf hölzernen Querschwellen hat Schienen von 5,65 m und 6,59 m Länge, 91,5 mm Höhe, 39,2 mm Kopfbreite und 68,7 mm Fußbreite. Die Laschenanlage ist 1:1,6 und sind die Laschen selbst als Flachlaschen von 418 mm Länge angeordnet. Die Laschen-olzen haben 15 mm Durchmesser, die Unterlagsplatten, welche doch nur am Stoß verwendet werden, sind 144 mm lang, 10,5 mm breit, 9,8 mm dick und haben wieder zwei Ränder. ter einer Schienenlänge von 6,59 m Länge liegen 7 Schwellen, on je eine unter dem hierbei zur Anwendung gekommenen em Stoße. Die nächsten Schwellen liegen 870 mm, die igen 990 mm von einander ab. Das Material und das wicht einer Schienenlänge Gleis von 6,59 m Länge stellt wie folgt zusammen:

Schienen von 6,59 m Länge	je	116,31 kg	=	232,62 kg
Laschen	„	1,875 „	=	7,50 „
Laschenbolzen	„	0,19 „	=	1,52 „
Unterlagsplatten mit dem festen Stoß	„	1,60 „	=	3,20 „
Hakennägel	„	0,15 „	=	4,80 „
ı Ganzen beträgt das Gewicht einer Schienenlänge			=	249,64 kg
r der lfd. m Gleis			=	37,88 kg.

δ. **Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Bromberg.**

§ 16. Der in diesem Verwaltungsbezirk verwendete Ober-u besteht aus 9 m langen Schienen des in § 2 beschriebenen rofils der Preußischen Staats-Eisenbahn-Verwaltungen unter erwendung von hölzernen Querschwellen und gleicht demjenigen s Directionsbezirks Altona mit Ausnahme kleiner Gewichts-weichungen vollständig. Indem daher auf die dort gegebene eschreibung und die Abb. 31 und 32 verwiesen wird, möge ier nur noch eine Zusammenstellung des Materials und der ewichte für eine Schienenlänge Gleis gegeben werden.

2 Schienen von 9,0 m Länge	je	300,60 kg	=	601,20 kg
2 Außenlaschen	„	12,56 „	=	25,12 „
2 Innenlaschen	„	13,63 „	=	27,26 „
8 Laschenbolzen	„	0,54 „	=	4,32 „
8 Federringe	„	0,018 „	=	0,14 „
4 Unterlagsplatten an d. Stößen	„	2,994 „	=	11,98 „
			=	670,02 kg

		Uebertrag	= 670,02 kg
16 Unterlagsplatten an d. Mittelschwelle mit 2 Löchern (bei 11 Schwellen 18 Stück)	je	3,034 kg =	48,54 kg
44 Hakennägel (bei 11 Schwellen 48 Stück)		0,309 „ =	13,60 „
Gewicht des Eisenwerkes im Ganzen			= 732,16 kg
oder auf den lfd. m Gleis			= 81,35 kg.

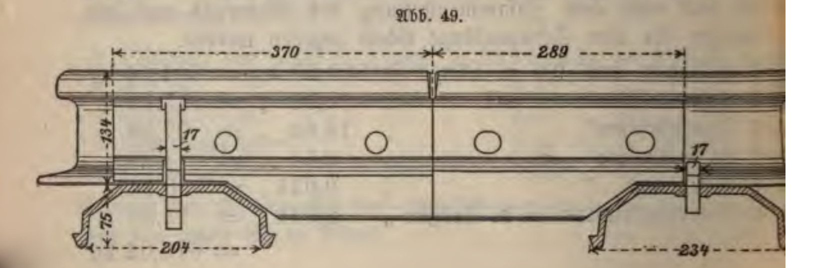
Für Nebenbahnen sind besondere Bauweisen z. Z. nicht gebräuchlich.

ε. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Elberfeld.

§ 17. Für Hauptbahnen ist nur die Bauweise mit eisernen Querschwellen üblich, während für Nebenbahnen außer eisernen Querschwellen auch hölzerne Querschwellen in Gebrauch sind.

Die Bauart mit eisernen Querschwellen unterscheidet sich von derjenigen des Eisenbahn-Bezirks Breslau hauptsächlich durch die Befestigungsmittel zwischen Schiene und Schwelle. Neben der im Directionsbezirk Elberfeld auch zur Aufnahme gekommenen Befestigung mit Haarmann'scher Hakenplatte, welche Anordnung später unter Directionsbezirk Hannover eingehend beschrieben und welche im folgenden § noch erwähnt werden wird, ist hauptsächlich die Befestigung mittelst 2 Krampenstücken und einem Schlußstück nebst Keil im Gebrauch. Die Querschnitte der Schiene und der Laschen, sowie die Laschenbolzen stimmen mit den in § 2 beschriebenen Normalien der Preußischen Staatsbahnen überein, nur sind die Laschen der Form der Querschwellen angepaßt und die Innenlaschen, welche 740 mm lang sind, so ausgeklinkt, daß die Befestigungsmittel in die Ausklinkung hineingreifen und auf diese Weise das Wandern der Schienen verhüten. Abb. 49 zeigt links eine Ansicht der

Abb. 49.



lasche, sie läßt zugleich einen Querschnitt der Querschwelle
en, rechts die Ansicht der Außenlasche, die nur 578 mm
ist, keine Aus=
igen hat und die
:n Enden an die
gungstheile an=
Die Art dieser
:gung ist aus den
50 und 51 er=
). NB und ND
i0 sind 2 Kram=
:ke, welche, in vor=
ie Löcher der
atte der Schwelle
:ßt, diese und den
:enfuß umfassen.
ein sog. Schluß=
ias nur die Kopf=
der Schwelle
t und zwischen
3 und das benach=
Krampenstück ND
:il K eingetrieben
Sämmtliche Be=
ngstheile sind
im stark. Die
nung ist so ge=
:, daß die Keile
ialb des Gleises
en kommen. Die
gen erforderlichen
:rweiterungen werden dadurch hervorgerufen, daß man den
)enstücken, wie auch den Schlußstücken verschiedene Stärken

Abb. 50.

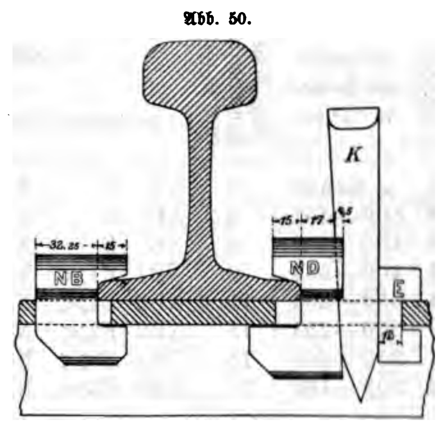
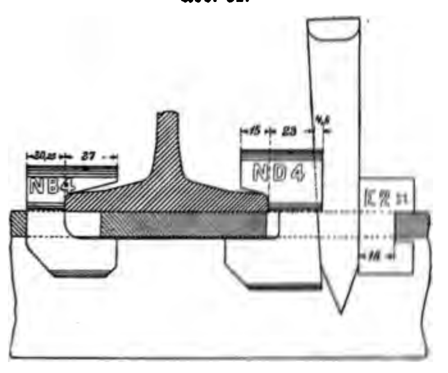


Abb. 51.



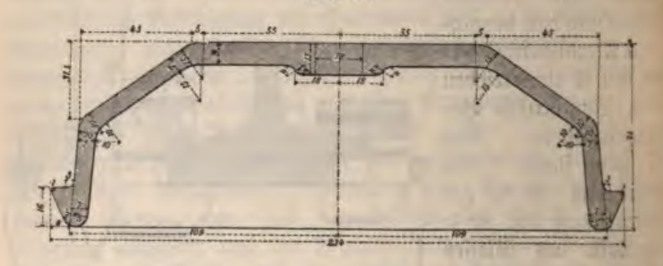
So gelten z. B. die Stärke NB Abb. 50 mit 32,25 mm
im Hals, ND 17 mm obere Breite am Keil und E mit
n Breite im Hals für normale Spur, während bei
51 NB 4 mit 20,25 mm Halsweite, ND 4 mit 23 mm
Breite und E 2 mit 18 mm Halsweite bei entsprechender
der Stücke für die andere Schiene eine Spurerweiterung
1 mm ergeben.

Für die Anwendung der verschiedenen Stücken ist folgende Zusammenstellung maßgebend.

Lfd. Nr.	Halbmesser des Bogens in Metern	Zugehörige Spurerweiterung in mm	Es sind zu verwenden bei der äußeren Schiene			bei der inneren Schiene		
1	∞ bis 500	0	NB	E	ND	NB	E	ND
2	500—451	3	NB	E	ND	NB1	E1	ND
3	450—401	6	NB	E	ND	NB2	E2×	ND
4	400—351	9	NB1	E1×	ND	NB2	E2×	ND
5	350—301	12	NB2	E2×	ND	NB2	E2×	ND
6	300—251	15	NB2	E2×	ND	NB3	E3×	ND
7	250—201	18	NB3	E3×	ND	NB3	E3×	ND
8	200—180	21	NB3	E3×	ND	NB4	E2×	ND4

Abb. 52 giebt in etwas größerem Maaßstabe einen Querschnitt durch die Querschwellen, der zugleich erkennen läßt,

Abb. 52.



daß und wie die im Kopf 9 mm starke Platte an der Stelle, wo die Befestigungstheile eingreifen, auf 13 mm verstärkt ist. Abb. 53 und 54 geben Längenschnitt und Aufsicht auf die Schwelle; dabei werde bemerkt, daß die Schwellen neuerdings

Abb. 53 u. 54.

f 2,70 m verlängert sind, so daß die aufgebogenen Theile tt 750 mm jetzt 850 mm lang gemacht werden. Die Breite r Schwelle beträgt 234 mm und ihre Höhe 75 mm. Die chienenneigung wird wie oben bereits erwähnt, durch Aufiegung der Schienenenden hervorgerufen. Die Anzahl und ertheilung der Schwellen ist dieselbe, wie bei den Hauptbahnen er andern Directionsbezirke.

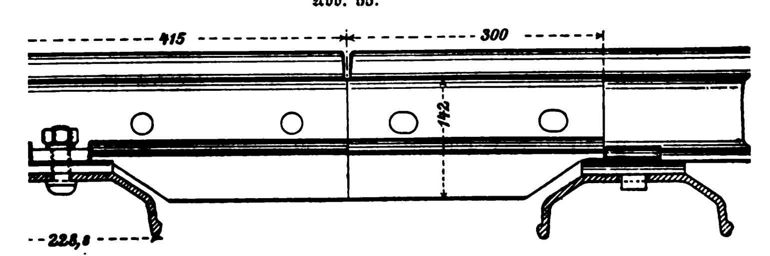
Das Material und Gewicht einer Schienenlänge Gleis stellt sich wie folgt zusammen:

2	Schienen von 9,0 m Länge	je 300,6	kg	=	601,20 kg
2	Außenlaschen	„ 12,16	„	=	24,32 „
2	Innenlaschen	„ 14,80	„	=	29,60 „
8	Laschenbolzen	„ 0,542	„	=	4,34 „
8	Federringe	„ 0,027	„	=	0,22 „
10	Querschwellen	„ 54,2	„	=	542,00 „
20	Krampen ND	„ 0,31	„	=	6,20 „
20	„ NB	„ 0,34	„	=	6,80 „
20	Schlußstücke E	„ 0,12	„	=	2,40 „
20	Keile	„ 0,44	„	=	8,80 „
	ewicht eines 9 m langen Gleisstückes			=	1225,88 kg
	der der lfd. m Gleis			=	136,21 kg.

Bei Verwendung von 11 Schwellen wird der Materialedarf und das Gewicht dementsprechend größer.

§ 18. In neuester Zeit ist auch die Befestigung mit aarmann'scher Hakenplatte in Aufnahme gekommen, wie solche n Bezirk der Königl. Eisenbahndirection zu Hannover seit ngerer Zeit in Gebrauch ist. Indem bezüglich der eingehenn Beschreibung dieser Anordnung auf § 28 verwiesen wird, ge hier nur eine Ansicht der Innenseite (links) und Außente (rechts) des Stoßes in Abb. 54 gegeben und nachgefügt rden, daß auf eine Schienenlänge von 9,0 m sogar 12

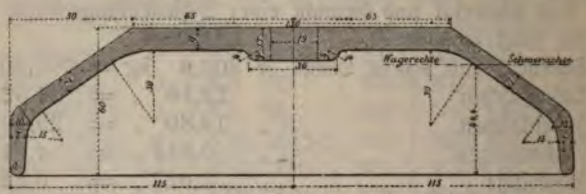
Abb. 55.



Schwellen vorgesehen sind, die am Stoß 667 mm, im Uebrigen 758 mm bez. 759 mm von Mitte zu Mitte von einander abliegen.

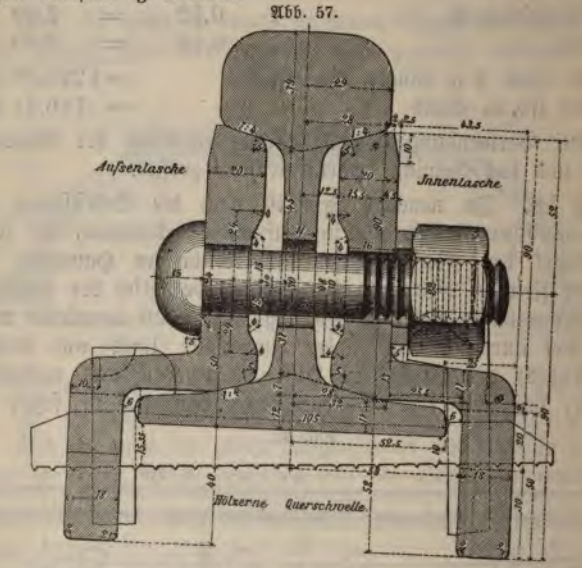
§ 19. Der Oberbau für Nebenbahnen mit eisernen Querschwellen weicht von den in § 17 beschriebenen nur durch die Gestalt des Schwellen-Querschnittes ab. Der letztere ist, wie Abb. 56 angiebt, gestaltet und wiegt eine solche Schwelle

Abb. 56.



48,3 kg, und somit das Gewicht des lfd. m Gleises nur 129,66 kg. In allen übrigen Theilen stimmen beide Bauweisen vollständig überein.

Abb. 57.



§ 20. Der Oberbau für Nebenbahnen mit hölzernen Querschwellen gleicht demjenigen für Hauptbahnen im Bezirk der Eisenbahn-Direction Altona bis auf die Abweichung, daß hier die Unterlagsplatten mit Neigung 1 : 20 versehen sind und die *Unterfläche* derselben eine Anzahl 3 mm breiter vorstehender

ippen haben, die in Entfernungen von 7 mm quer über die latten gehen. Bei eintretender Belastung drücken diese sich in s Holz ein und verhindern das Verschieben der Platte auf er Schwelle. Die Platten werden sowohl aus Schweißeisen, ie aus Flußeisen hergestellt.

Abb. 57 giebt einen Querschnitt der erwähnten Anordnung. as Gewicht des Eisenwerkes dieses Oberbaues mit 10 hölzernen uerschwellen auf die Schienenlänge von 9,0 m stellt sich wie lgt zusammen:

2 Schienen, 9,0 m lang	je	300,6 kg	=	601,20 kg
2 Außenlaschen	„	12,61 „	=	25,22 „
2 Innenlaschen	„	13,68 „	=	27,36 „
8 Laschenbolzen	„	0,542 „	=	4,33 „
8 federnde Unterlagsringe	„		=	0,24 „
4 Stoß-Unterlagsplatten	„	3,05 „	=	12,20 „
6 Mittel- „	„	3,08 „	=	49,28 „
4 Hakennägel	„	0,28 „	=	12,32 „
omit das Gewicht auf eine Schienenlänge Gleis			=	732,15 kg
der auf 1 lfd. m Gleis			=	81,35 „

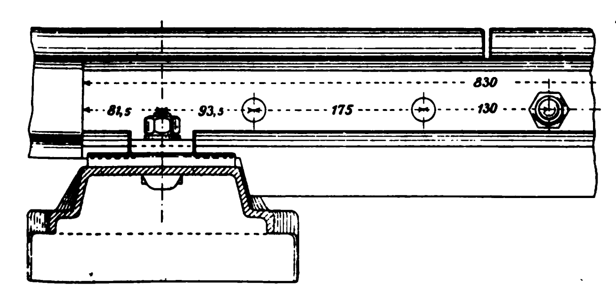
ξ. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Erfurt.

§ 21. Es sind für Hauptbahnen zwei Arten Oberbau in ebrauch und zwar:

1. der Oberbau mit eisernen Querschwellen und
2. der Oberbau mit hölzernen Querschwellen.

Die Form der Schienen, Laschen und Laschenbolzen ist bei eiden Bauweisen dem Normal-Oberbau aus dem Jahr 1885 § 2) gleich, nur die Länge der Innenlasche ist beim Oberbau it eisernen Querschwellen, infolge der anderen Befestigungsweise uf den Querschwellen, größer, nämlich 830 mm. Abb. 58 giebt

Abb. 58.



eine Ansicht der Innen- und Abb. 59 der Außenlasche und lassen beide zugleich den Querschnitt der Schwellen erkennen. Letztere haben die Form der Haarmann'schen Langschwelle mit

Abb. 59.

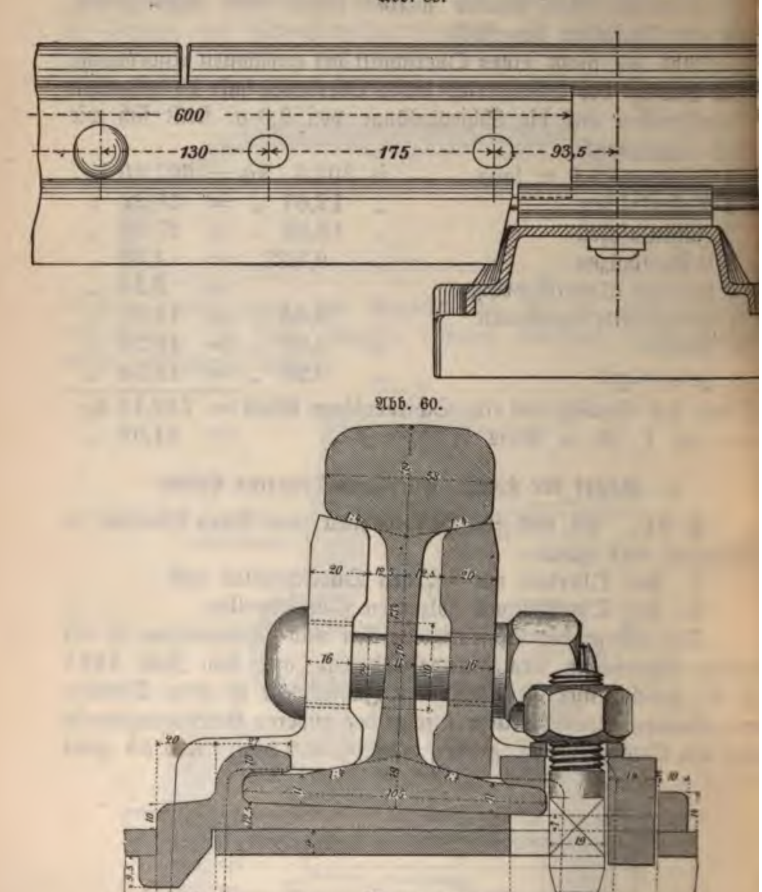


Abb. 60.

der Abänderung, daß der obere Kasten breiter ist, seine Seitenwände schwach geneigt und die unteren wagerechten Flügel nur 32 mm breit sind. Die Befestigung der Schienen auf den Querschwellen geschieht, wie in Abb. 60 dargestellt, durch teil-

rmige unter dem Schienenfuß liegende Hakenplatten, deren eine eite hakenartig über den äußeren Schienenfuß übergreift, ährend auf der Innenseite der Schienenfuß durch Klemmplatten nd Hakenschrauben festgehalten wird. Klemmplatte und Hakenchrauben fassen auf der Innenseite wieder in die ausgeklinkte asche und verhindern so das Wandern der Schienen. Zur rzielung der verschiedenen Spurweiten werden Hakenplatten nit verschiedener Breite des hinteren Ansatzes, der in Abb. 60 . B. 20 mm beträgt, und ebenso Klemmplatten von verschieener Breite gefertigt. Diese Breiten schwanken um 3 mm, sie etragen bei den Hakenplatten Nr. 0 = 14 mm; Nr. 1 = 11 mm nd Nr. 2 = 8 mm und dementsprechend bei den Klemmplatten Nr. 0 = 14 mm, Nr. 1 = 17 mm und Nr. 2 = 20 mm. Ueber ie Verwendung der Hakenplatten und Klemmplatten zur Erreichung der nöthigen Spurerweiterung giebt folgende Tabelle Aufschluß:

Bogenhalbmesser in Metern	Spurerweiterung mm	Es kommt zur Verwendung bei der linken Schiene		bei der rechten Schiene	
		Hakenplatte Nr.	Klemmplatte Nr.	Hakenplatte Nr.	Klemmplatte Nr.
Grade Strecke bis 500 m Halbmesser	0	0	0	1	1
499—400	3	1	1	1	1
399—350	6	1	1	2	2
349—300	9	2	2	2	2

Das Material und Gewicht einer Schienenlänge Gleis dieses Oberbaues stellt sich zusammen wie folgt:

2	Stück Schienen v. 9,0 m Länge	je	300,6	kg schwer	= 601,20 kg
10	„ eiserne Querschwellen	„	57,664 „	„	= 576,64 „
2	„ Innenlaschen	„	16,601 „	„	= 33,202 „
2	„ Außenlaschen	„	12,727 „	„	= 25,454 „
8	„ Laschenschrauben	„	0,542 „	„	= 4,34 „
20	„ Hakenplatten Nr. 0	„	2,460 „	„	= 49,20 „
20	„ Klemmplatten Nr. 0	„	0,403 „	„	= 8,06 „
20	„ Hakenschrauben	„	0,30 „	„	= 6,00 „
					=1304,096 kg

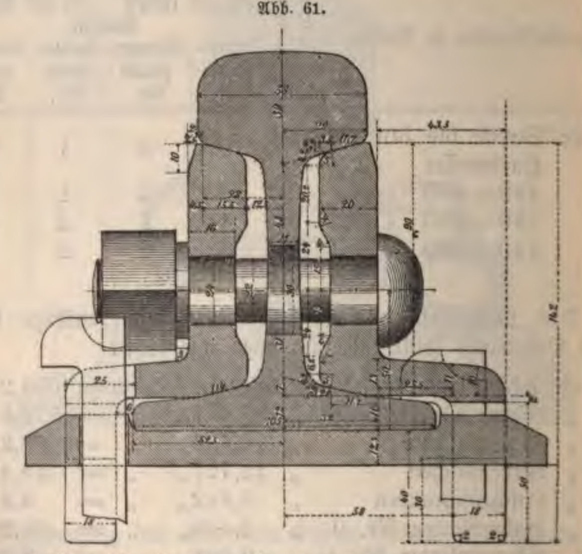
Uebertrag = 1304,096 kg

8 Stück federnde Unterlagsringe für d. Laschenschrauben je 0,026 kg schwer =		0,178
20 „ federnde Unterlagsringe für die Hakenschrauben „ 0,024 „ „ =		0,48
Gewicht des Oberbaues für eine Schienenlänge Gleis	=	1304,754
oder für den lfd. m	=	144,972

Bei Gleisen, welche mit mehr als 65 km Geschwindig in der Stunde befahren werden, tritt eine elfte Schwelle hi und vermehrt sich dann das Material dementsprechend. Schwellentheilung ist dann genau so wie in Abb. 35 angege

§ 22. Der Oberbau mit hölzernen Querschwel für Hauptbahnen gleicht im Allgemeinen demjenigen in Directionsbezirken Altona, Berlin und Breslau mit der M gabe, daß die Unterlagsplatten theils von gleicher Stärke Platte unter dem Schienenfuße (Altona, Berlin), theils keilför (Breslau) gestaltet sind, sowie daß sowohl Nägel ausschlieſ

Abb. 61.



als auch Nägel mit Schwellenschrauben, letztere innerhalb Gleises, verwendet werden. Eine kleine Besonderheit be *darin*, daß der in die Einklinkung der inneren Lasche zur

hinderung des Wanderns eingeschlagene Nagel umgedreht, also mit dem Haken von der Lasche abgewandt, eingeschlagen ist.

Abb. 61 giebt einen Querschnitt durch die Schiene und Lasche dieser Stoßanordnung.

Die folgende Zusammenstellung giebt das Material und dessen Gewicht auf eine Schienenlänge Gleis an.

2 Schienen von 9,0 m Länge	je 300,6 kg	=	601,20	kg
2 Innenlaschen	„ 13,598 „	=	27,29	„
2 Außenlaschen	„ 12,530 „	=	25,06	„
8 Laschenbolzen	„ 0,542 „	=	4,34	„
4 Unterlagsplatten am Stoß bei gleicher Stärke	„ 2,980 „	=	11,92	„
Die keilförmigen Unterlagsplatten wiegen je 3,02 kg.				
16 Unterlagsplatten bei gleicher Stärke auf den Zwischenschwellen	„ 3,019 „	=	48,30	„
Die keilförmigen Unterlagsplatten wiegen 3,053 kg.				
20 Schwellenschrauben (Schraubennägel)	„ 0,392 „	=	7,84	„
24 Hakennägel	„ 0,290 „	=	6,96	„
Gewicht des Eisenwerks auf 1 Schienenlänge Gleis		=	732,82	kg
oder auf 1 lfd. m Gleis		=	81,42	„

Die Anzahl und Abmessungen der Schwellen sind ebenfalls so, wie in den Directionsbezirken Altona und Berlin; auch werden bei Hauptbahnen mit größerer Geschwindigkeit 11 Schwellen auf die Schienenlänge verwendet.

Für Nebenbahnen sind besondere Oberbauarten bis jetzt nicht eingeführt.

η. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Frankfurt a./M.

§ 23. In diesem Verwaltungsbezirke sind gegenwärtig bei den Hauptbahnen folgende Oberbau-Arten in Gebrauch:

1. Oberbau mit hölzernen Querschwellen,
2. Oberbau mit eisernen Querschwellen,
3. Oberbau mit eisernen Langschwellen (Bauart Hilf).

Der Oberbau mit hölzernen Querschwellen stimmt mit Ausnahme einiger kleinen Gewichtsabweichungen mit demjenigen

des Directionsbezirks Berlin vollkommen überein. Die Unte
lagsplatten sind nicht keilig gestaltet, so daß die Schwellen na
1 : 20 behobelt (gekappt) werden müssen. Im Innern des Gleis
werden Schwellenschrauben (Schraubennägel) und außerhalb d
Schienen Hakennägel verwendet. In die Einklinkung der Lasc
am Stoß wird ein Nagel gesetzt. Abb. 62 u. 63 stellen die
Bauweise im Schnitt und im Grundriß dar.

Abb. 62.

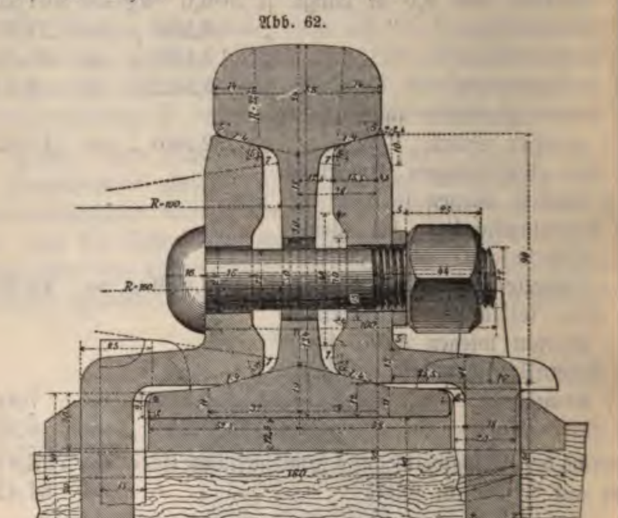
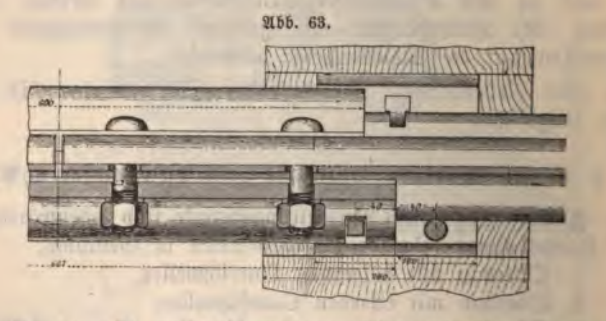


Abb. 63.



Die Anzahl, die Abmessungen, sowie die Vertheilung d
Schwellen unter den Schienen stimmt mit der des Direktion
bezirks Berlin ebenfalls genau überein. Das Material m

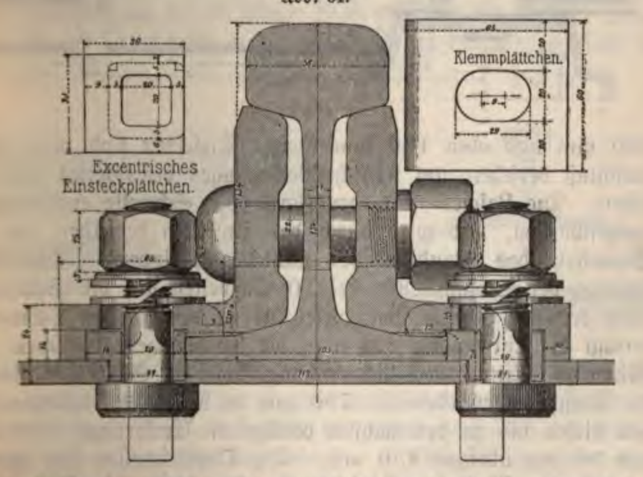
Gewicht des Eisenwerks einer Schienenlänge stellt sich wie folgt zusammen:

2	Stück	Stahlschienen	je 300,6 kg	=	601,20 kg
2	"	Innenlaschen	" 13,76 "	=	27,52 "
2	"	Außenlaschen	" 12,68 "	=	25,36 "
8	"	Laschenbolzen	" 0,56 "	=	4,48 "
4	"	Unterlagsplatten für Stoßschwellen	" 2,96 "	=	11,84 "
16	"	Unterlagsplatten für Mittelschwellen	" 3,00 "	=	48,00 "
20	"	Schwellenschrauben (Schraubennägel)	" 0,38 "	=	7,60 "
24	"	Hakennägel	" 0,29 "	=	6,96 "
8	"	Federringe	" 0,20 "	=	1,60 "
		Gewicht des Eisenwerks einer Schienenlänge Gleis		=	734,56 kg
		oder eines lfd. m Gleises		=	81,62 "

2. Oberbau mit eisernen Querschwellen.

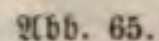
§ 24. Auch bei dieser Bauweise stimmen Schienen, Laschen und Laschenbolzen mit denen des vorstehend beschriebenen Oberbaues überein, nur ist die Innenlasche ebenso lang als die

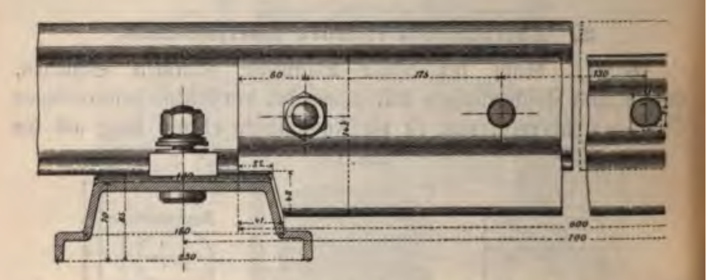
Abb. 64.



Außenlasche (600 mm). Zur Befestigung der Schienen auf den Querschwellen dienen *Bolzen mit* Klemmplättchen (Abb. 64) und

excentrischen Einsteckplättchen. Letztere werden unter das Klemmplättchen in die Querschwelle eingesteckt. Wie der Grundriß des excentrischen Einsteckplättchens erkennen läßt, besitzt dasselbe an 3 Seiten einen überstehenden Rand von 3,6 und 9 mm Breite, während die 4. Seite keinen überstehenden Rand hat. Je nachdem man nun diese Einsteckplättchen, die sowohl innerhalb als außerhalb der Schiene verwendet werden, einsteckt, kann man Spurerweiterungen von 3,6 oder 9 mm erzielen, und wenn man in demselben Sinne diese Plättchen auch an der anderen Fahrschiene des Gleises anwendet, so läßt sich die Spurweite auf 12, 15 und 18 mm vergrößern. Diese Anordnung hat in der getroffenen Weise den Vortheil, daß das Kleineisenzeug der graden Strecke ohne Weiteres für Bogen mit verwendet werden kann. Die Querschwellen, deren Querschnitt aus Abb. 65 ersichtlich ist, sind theils 2,5 m, theils 2,70 m lang, unten


Abb. 65.



230 mm und oben 160 mm breit. Dieselben sind mit Kopfverschluß versehen, um seitliche Bewegungen des Gleises zu verhüten. Die Laschen sind der Form der Schwelle entsprechend ausgeschnitten, und wird durch das Anstoßen derselben an die Schwellen das Wandern der Schiene verhindert. Die Entfernung der Stoßschwellen bei 10 Schwellen auf die Schienenlänge beträgt 700 mm; von diesen bis zu den nächsten Schwellen beträgt die Entfernung 828 mm, die der übrigen 950 mm von Mitte zu Mitte. Bei Verwendung von 11 Schwellen liegen die Stoßschwellen ebenfalls 700 mm v. M. z. M. auseinander, von diesen bis zu den nächsten beträgt die Entfernung 753 mm und die der übrigen 850 mm. Die Querschwellen sind grade, nur ist der Theil der Kopfplatte, auf welchem die Schiene zu stehen kommt, auf 1:20 ansteigend hervorgehoben. Auf diese

Weise erreicht man, daß die Unterkante der Schwelle (die Stopfkante) in gleicher Höhe bleibt und doch besondere Unterlagsplatten zur Erzielung der Schienenneigung nicht nöthig sind.

3. Oberbau mit eisernen Langschwellen (Bauart Hilf).

§ 22. Diese seit dem Jahre 1867 in Deutschland anfänglich nur versuchsweise, dann in größerem Umfange ausgeführte Bauweise (Berlin-Breslau, Berlin-Nordhausen, Moselbahn, Frankfurt-Bebra u. a. m.) wurde nach Einführung des Haarmann'schen Oberbaues verlassen, dann aber auch auf den meisten der genannten Linien deshalb nicht weiter verwendet, weil die für den Langschwellenbau durchaus nothwendige gute Unterbettung des Gleises und bestes Stopfmaterial nicht zu erlangen war, auch die Abmessungen des Kleineisenzeugs, die Art der Befestigung bei stark betriebenen Gleisen sich nicht bewährt hatte. Zur Zeit wird der Hilf'sche Oberbau nach einer verstärkten Anordnung neu nur noch im Bezirk des Betriebsamts Wiesbaden verlegt.

Das Gleis dieser Bauweise besteht der Hauptsache nach aus 3 Theilen: der Schiene, der Langschwelle, welche die Schiene unmittelbar trägt, und der Querschwelle, welche unter den Stößen angebracht ist und die, entsprechend gebogen, die erforderliche Neigung der Schiene 1 : 20 sichert. Abb. 66 zeigt Schiene und Langschwelle im Querschnitt und Abb. 67 läßt in der Längenansicht zugleich den Querschnitt der Querschwelle erkennen. Die Befestigung der Langschwelle auf der Querschwelle ist bei den verschiedenen Anwendungen theils nach Abb. 68, theils nach Abb. 69 erfolgt. Statt einer Querschwelle, wie bei A Abb. 70 angegeben, hat man auch nach B 2 Querschwellen angeordnet, um dadurch den Nachtheil des festen Stoßes zu beseitigen. Außer diesen Quer-

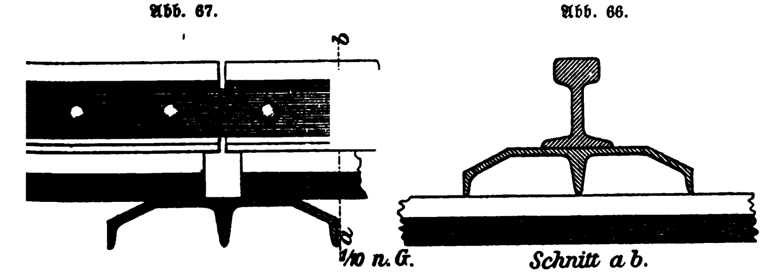


Abb. 67. Abb. 66. Schnitt a b.

schwellen sind noch Querverbindungsstangen, welche die Schienen

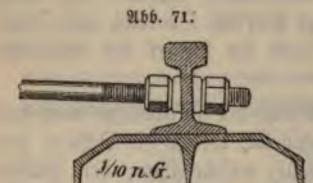
Abb. 68. Abb. 69.



Abb. 70.



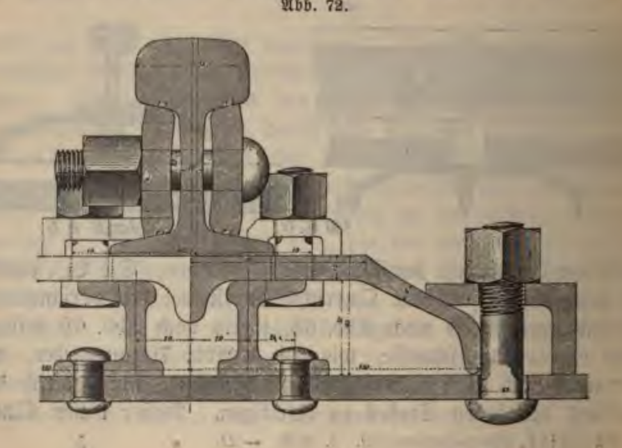
Abb. 71.



im Stege fassen, wie Abb. 70 und 71 angeben, angebracht, um die Spur vollkommen zu sichern. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwellen geschieht mittels Klemmplatten und Bolzen.

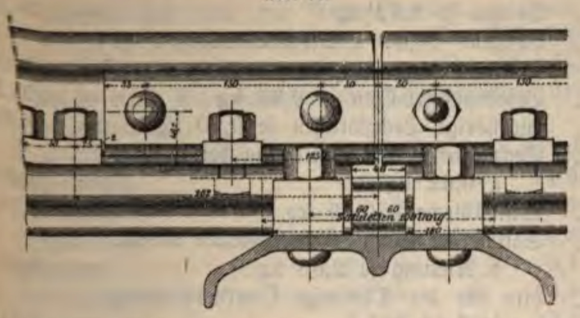
§ 26. Die im Bezirk des Betriebsamts Wiesbaden neuerdings verwendete Bauweise ist in Abb. 72 im Querschnitt und in Abb. 73 in der Längenansicht dargestellt. Die Schienen sind 9,0 m lang, 118 mm hoch, 58 mm im Kopfe und 86 mm im

Abb. 72.



ße breit und im Stege 10 mm stark. Die Neigung der chenanlageflächen beträgt 1 : 5. Innen- und Außenlaschen

Abb. 73.



sind gleiche einfache Flachlaschen von 470 mm Länge. Die Langschwellen sind 8,96 m lang, unten 300 mm und oben 180 mm breit und 65 mm hoch. Die Querschwelle, welche denselben Querschnitt wie die Langschwelle hat, ist 2,60 m lang und nach beiden Seiten zur Erzielung der Schienenneigung aufgebogen. Außer dieser Querschwelle befindet sich in der Mitte der Schwelle noch eine Querverbindung aus T Eisen von 2,50 m Länge, 140 mm Breite und 150 mm Höhe. In Krümmungen unter 500 m werden auf jede Schienenlänge 2 solcher Querverbindungen angebracht. Auf diese Querverbindung und auf die Stoßschwelle sind unter der Schiene Satteleisen (Sattelstücke) von ⌐ Querschnitt aufgenietet, welche das Durchbiegen der Langschwellen, welche an den Stellen, wo diese Querverbindungen liegen, nicht unmittelbar gestopft werden können, verhindern. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwellen geschieht durch Deckplättchen und Schraubenbolzen, welche am Stoß 250 mm, im Uebrigen 550 mm von einander entfernt sind. Das Wandern wird verhindert durch sog. Vorstoßplatten, größere Deckplättchen, die mit je 2 Hakenschrauben gehalten werden und welche der Fahrtrichtung entsprechend vor den Laschen sitzen.

Das Gewicht dieses Oberbaues System Hilf beträgt danach für eine Schienenlänge von 9,00 m in grader Linie:

2 Stück Schienen von 9,0 m Länge je 263,70 kg = 527,40 kg
2 „ Langschwellen von je 8,96 m Länge zu
306,70 kg = 613,40 „
=1140,80 kg

		Uebertrag	=1140,80 kg
1	Stück	Querschwelle 2,60 m lang	= 89,00 „
1	„	Querverbindung aus T Eisen 2,50 m lang	= 70,00 „
4	„	Laschen je 3,82 kg	= 15,28 „
22	„	Laschen- bezw. Querschwellenbolzen je 0,57 kg	= 12,54 „
56	„	Befestigungsbolzen je 0,36 kg	= 20,16 „
48	„	zugehörige Deckplättchen je 0,20 kg	= 9,60 „
4	„	Deckplättchen zur Festlegung der Laschen à 0,62 kg	= 2,48 „
14	„	Winkelbleche à 0,59 kg	= 8,26 „
4	„	Satteleisen für die Querschwellen einschl. d. Nietung je 2,05 kg	= 8,20 „
4	„	dito für die T förmige Querverbindung je 1,46 kg	= 5,84 „
		Gewicht des Oberbaues für eine Schienenlänge	=1382,16 kg
		oder für 1 lfd. m Gleis	= 153,17 „

Für Nebenbahnen ist in diesem Verwaltungsbezirk eine besondere Bauweise nicht in Gebrauch.

δ. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Hannover.

§ 27. Es kommen zur Verwendung

A. Für Hauptbahnen:

a. Oberbau mit der Normalschiene 1885 (Nr. 6b) und hölzernen Querschwellen,

b. Oberbau mit gleichen Schienen auf flußeisernen Querschwellen Nr. 52, mit Deckplättchen und Schraubenbefestigung,

c. Oberbau mit Stahlschienen Nr. 139a auf flußeisernen Langschwellen der Bauart Haarmann Nr. 5b.

B. Für Nebenbahnen:

Oberbau mit breitfüßigen 115 mm hohen Schienen und hölzernen Querschwellen.

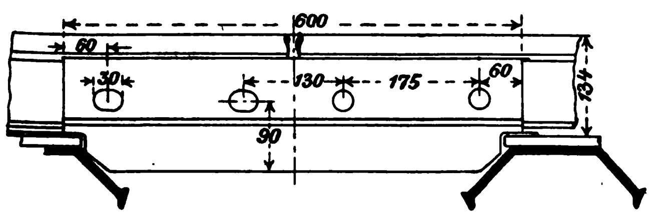
Der Oberbau auf hölzernen Querschwellen gleicht dem der Directionen Altona und Berlin, nur werden im Bezirk der Direction Hannover auch Unterlagsplatten mit schräger Auflagerfläche (1:20) und entweder nur Hakennägel oder nur Schwellenschrauben (Schraubennägel) zur Befestigung verwendet. Im letzteren Falle sind die Löcher in der Unterlagsplatte entsprechend rund gestaltet. Abb. 37 zeigt den Schnitt einer solchen Platte. Die Schwellentheilung ist ebenfalls dieselbe wie

im Altonaer Bezirk (Abb. 34 und 35), jedoch werden nur Schwellen von Eichen- oder Buchenholz verwendet, die vorher mit Zinkchlorid getränkt sind. In Bogen von 500 m Halbmesser und weniger sind nur Eichenschwellen zu legen, auch sollen da bei der äußeren Schiene auf allen Mittelschwellen Unterlagsplatten mit 3 Nägeln gebraucht werden. Das Material und Gewicht einer Schienenlänge mit 10 Schwellen stellt sich wie folgt zusammen:

2:9 = 18 m Stahlschienen	je	33,40	kg	=	601,20	kg
2 Außenlaschen	„	12,49	„	=	24,98	„
2 Innenlaschen	„	13,57	„	=	27,14	„
8 Laschenbolzen	„	0,542	„	=	4,34	„
8 Federringe	„	0,018	„	=	0,14	„
20 Unterlagsplatten	„	3,245	„	=	64,90	„
44 Schienennägel	„	0,306	„	=	13,46	„
Zusammen eine Schienenlänge Gleis				=	736,16	kg
oder für 1 lfd. m Gleis				=	81,79	„

§ 28. Der unter b. aufgeführte Oberbau mit flußeisernen Querschwellen gleicht im Querschnitt der Anordnung (Abb. 60) der Directions-Bezirke Erfurt und Elberfeld bis auf die Form der Querschwelle. Abb. 74 zeigt die Querschnittsform der

Abb. 74.



Direction Hannover und zugleich die Ansicht der inneren und äußeren Lasche. Beide Laschen sind von gleicher Länge und, der Querschwelle und Hakenplatte sich anpassend, seitlich ausgeklinkt. Die zwischen Schiene und Schwelle liegende Hakenplatte umschließt mit dem Haken den Rand des äußeren Schienenfußes, während der innere Rand durch eine Klemmplatte mit Hakenschraube festgehalten wird. Die Hakenplatte ist keilförmig mit 1:20 nach innen geneigt und bewirkt dadurch die erforderliche schräge Stellung der Schiene. Die Schwellen sind vollständig gerade hergestellt, einheitlich gelocht und an den Enden mit Kopfverschluß versehen, zur Erzielung des nöthigen Widerstandes

gegen seitliche Verschiebungen. Die nöthigen Spurerweiterungen werden durch verschiedene Arten der Hakenplatten und Klemmplatten erreicht und zwar dadurch, daß dieselben mit Ansätzen verschiedener Breite versehen sind. In Abb. 75 hat die Hakenplatte einen Ansatz von 20 mm Breite, während die Klemmplatte keinen besonderen Ansatz hat; in Abb. 76 ist der Ansatz der Hakenplatte = 17 mm, derjenige der Klemmplatte = 3 mm, in Abb. 77 sind die entsprechenden Maaße = 11 und 9 mm und endlich in Abb. 78 = 8 mm und 12 mm. Ueber die Verwendung der Haken- und Klemmplatten in grader Strecke und in Bögen ist folgende Zusammenstellung maßgebend:

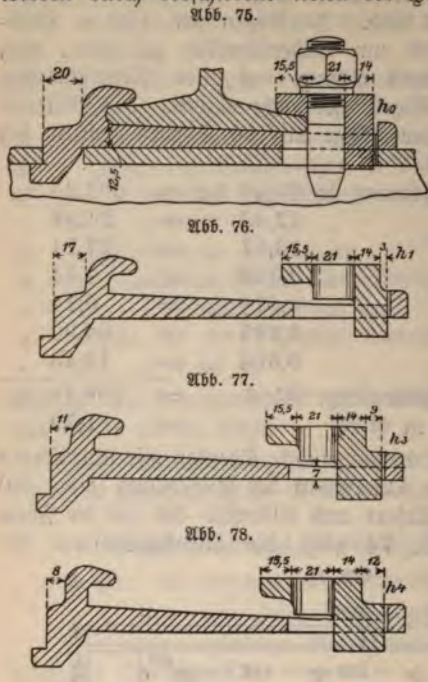


Abb. 75.

Abb. 76.

Abb. 77.

Abb. 78.

Spurerweiterung mm	Hakenplatte an der linken Schiene außen Nr.	Klemmplatte an der linken Schiene innen Nr.	Klemmplatte an der rechten Schiene innen Nr.	Hakenplatte an der rechten Schiene außen Nr.
0	4	h0	h1	3
3	3	h1	h1	3
6	4	h0	h3	1
9	4	h0	h4	0
12	3	h1	h4	0
15	1	h3	h3	1
18	1	h3	h4	0
21	0	h4	h4	0

Zur Befestigung der Klemmplatten dienen Hakenschrauben ıb. 75), die einen länglichen, hakenförmigen Kopf haben. ın steckt dieselben von oben in die Schwelle ein, dreht sie um ıe Viertelwendung und hebt sie dann an, bis der hakenförmige ıpf unter dem Schwellendeckel fest anliegt. In dieser Stellung ıß die Schraube so lange gehalten werden, bis man die Klemm=atte eingebracht, den Federring aufgelegt und die Mutter bis ım Aufsitzen auf den Federring angezogen hat. Die richtige itellung der Hakenschraube ist daran zu erkennen, daß die auf ım oberen Schraubenende befindliche Einkerbung senkrecht zur ichiene steht. Die Schwellentheilung ist derjenigen des Ober=ıues mit hölzernen Querschwellen gleich, auch kommen bei ıauptstrecken mit Geschwindigkeit über 65 km 11 Schwellen, ıst 10 Schwellen zur Anwendung.

Das Material und Gewicht einer Schienenlänge Gleis mit .1 Schwellen stellt sich wie folgt zusammen:

2.9 = 18 lfd. m Stahlschienen	je 33,4	kg	=	601,20 kg
4 Laschen	2.13,08 + 2.13,15	„	=	52,46 „
8 Laschenbolzen	je 0,542	„	=	4,34 „
11 Querschwellen	„ 58,77	„	=	646,47 „
22 Hakenplatten	„ 1,845	„	=	40,59 „
22 Klemmplatten	„ 0,442	„	=	9,72 „
22 Hakenschrauben	„ 0,30	„	=	6,60 „
30 Federringe	„ 0,018	„	=	0,54 „
Gewicht einer Schienenlänge Gleis			=	1361,92 kg
oder für 1 lfd. m Gleis			=	151,32 „

§ 29. Die dritte im Directionsbezirk Hannover für Hauptbahnen gebräuchliche Bauart ist ein Langschwellenbau (System Haarmann), der dem im Directionsbezirk Berlin gebräuchlichen fast vollständig gleich ist, so daß eine weitere Beschreibung desselben hier überflüssig erscheint. Eine Abweichung besteht darin, daß die Stöße der Schiene und Langschwelle um 1,817 m gegeneinander versetzt sind und zu den Querverbindungen Winkeleisen statt ┌┐Eisen verwendet werden. Sodann werden nur die Schwellenstühle gleichzeitig durch längere Klammern mit der Langschwelle und Schiene zusammengehalten, während die Schwellenlaschen durch besondere Schraubenbolzen mit der Langschwelle befestigt sind.

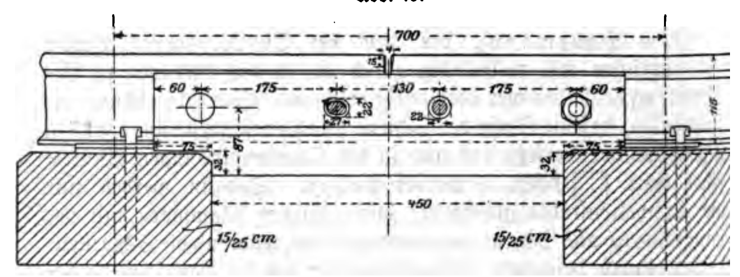
Der Bedarf des Eisen=Materials für eine Schienenlänge Gleis stellt sich, wie folgt, zusammen:

2.9 = 18 m Schiene	je	27,1	kg	=	487,80 kg
2.8,991 = 17,982 m Schwelle	„	25,37	„	=	487,80 „
4 Schienenlaschen	„	12,40	„	=	49,60 „
2 Schwellenlaschen	„	20,46	„	=	40,92 „
2 Schwellenstühle	„	8,51	„	=	17,02 „
2 Querverbindungswinkel	„	27,00	„	=	54,00 „
4 große Klammern	„	0,78	„	=	3,12 „
32 kleine Klammern	„	0,70	„	=	22,40 „
8 Schienenlaschenbolzen	„	0,55	„	=	4,40 „
16 Schwellenlaschenbolzen	„	0,33	„	=	5,28 „
8 Spurbolzen	„	0,38	„	=	3,04 „
18 Klammerbolzen	„	0,68	„	=	12,24 „
4 Unterlagsplatten zu den Schwellenlaschenbolzen	je	0,77	„	=	3,08 „
50 Federringe				=	0,90 „
Gewicht einer Schienenlänge Gleis				=	1160,00 kg
oder eines lfd. m Gleises				=	129,00 „

B. Oberbau für Nebenbahnen:

§ 30. Die Schiene dieses in Abb. 79 in der Seitenansicht dargestellten Oberbaues ist 115 mm hoch, 53 mm im Kopf und 90 mm im Fuß breit und hat 10 mm Stegstärke bei einer Länge von 7,5 m. Die zugehörigen Laschen sind beide 600 mm lang und an den beiden Enden so ausgeklinkt, daß sie gegen die auf den Stoßschwellen liegenden Unterlagsplatten stoßen und so das Wandern verhindern. Die Schienen liegen in graden Strecken auf 8, in Bögen auf 9 Schwellen, in allen Bögen unter 500 m Halbmesser sind eichene, im Uebrigen auch

Abb. 79.



buchene Schwellen verwendet. In Hauptgleisen erhält jede Schwelle 2 Unterlagsplatten, welche durch je 2 Hakennägel befestigt werden.

Das Material und Gewicht einer Schienenlänge Gleis stellt sich zusammen wie folgt:

2 Schienen je 7,5 m lg., 115 mm hoch	2 . 182,415	kg	=	364,85 kg
4 Laschen	je 9,65	„	=	38,60 „
8 Laschenbolzen	„ 0,44	„	=	3,52 „
8 Federringe	„ 0,018	„	=	0,14 „
16 Unterlagsplatten	„ 1,22	„	=	19,52 „
32 Hakennägel	„ 0,24	„	=	7,68 „
Im Ganzen			=	434,31 kg
oder ein lfd. m Gleis			=	57,91 „

Außer dem vorbeschriebenen Oberbau werden auch Alt-Materialien der Hauptbahnen auf den Nebenbahnen verwendet, jedoch bei Anwendung hölzerner Querschwellen hierzu stets neue Schwellen genommen.

Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Köln (rechtsrheinisch).

§ 31. Es kommen z. B. folgende drei Oberbauarten zur Anwendung.

A. Auf Hauptbahnen:

1. Eiserner Querschwellen-Oberbau,
2. Oberbau mit hölzernen Querschwellen.

B. Auf Nebenbahnen:

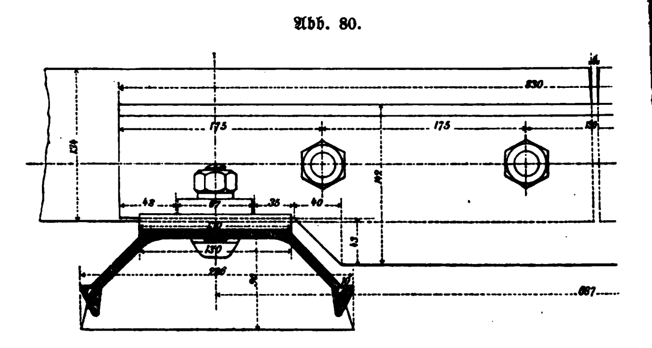
Oberbau mit hölzernen Querschwellen.

Der Oberbau mit eisernen Querschwellen stimmt mit demjenigen der Directionsbezirke Hannover, Erfurt und Elberfeld im Wesentlichen überein, nur die Form der Querschwelle ist abweichend, auch die Innenlasche länger als dort.

Wie Abb. 60 u. 80 erkennen lassen, wird die Haarmann'sche Hakenplatte in keilförmiger Gestalt verwendet. Die Querschnitte der Schienen und Laschen sind die der Preußischen Normalien vom Jahre 1885, die äußere Lasche ist 600 mm, die innere jedoch 830 mm lang. Die letztere umschließt die Hakenplattenbefestigung der benachbarten Stoßschwellen und verhindert dadurch das Wandern. Die eisernen Querschwellen, deren Querschnitt aus Abb. 80 erkenntlich ist, sind für schwere Bettung (groben Kies und Steinschlag) 2,50 m lang, für leichte Bettung (feinen Kies und Sand) jedoch 2,70 m. Dieselben sind unten 236 mm, oben 130 mm breit und 90 mm hoch. Die längeren Schwellen wiegen 57,0, die kürzeren 52,0 kg. Die Schwellentheilung ist

wie bei den vorerwähnten Verwaltungen, d. h. es kommen auf schnell befahrenen Strecken 11 Stück auf die Schienenlänge, auf schwächer befahrenen nur 10 Stück.

Abb. 80.



Zur Erreichung der verschiedenen Spurweiten sind genau dieselben Zwischensorten der Hakenplatten und Klemmplatten im Gebrauch, wie im Directionsbezirk Hannover, und gilt für die Verwendung derselben, bei Innehaltung derselben Nummerbezeichnung, folgende Tabelle.

Halbmesser der Böschen in m von m	Halbmesser der Böschen in m bis m	Spurweite m	Spurerweiterung mm	Es kommen zur Verwendung an der linken Schiene außen Hakenplatte No.	an der linken Schiene innen Klemmplatte No.	an der rechten Schiene innen Klemmplatte No.	an der rechten Schiene außen Hakenplatte No.
∞	901	1,435	0	4	0	1	3
900	701	1,438	3	3	1	1	3
700	551	1,441	6	4	0	3	1
550	401	1,444	9	4	0	4	0
400	301	1,447	12	3	1	4	0
300	251	1,450	15	1	3	3	1
250	201	1,453	18	1	3	4	0
200	180	1,456	21	0	4	4	0

Das Gewicht des Oberbaues einer Schienenlänge Glei stellt sich bei Anwendung 2,50 m langer Schwellen wie folg zusammen:

: Stahlschienen je 9 m lang	jede	300,60 kg	=	601,20	kg
Innenlaschen	„	16,54 „	=	33,08	„
Außenlaschen	„	13,18 „	=	26,36	„
Laschenschrauben	„	0,542 „	=	4,34	„
Federringe dazu	„	0,018 „	=	0,14	„
eiserne Querschwellen	„	53,00 „	=	530,00	„
Klemmplättchen	„	0,45 „	=	9,00	„
Hakenplatten	„	1,98 „	=	39,60	„
Hakenschrauben	„	0,30 „	=	6,00	„
Federringe dazu	„	0,016 „	=	0,32	„
t des Oberbaues für die Schienenlänge			=	1250,04	kg
ır 1 lfd. m Gleis			=	138,89	„

32. Der Querschwellen-Oberbau auf Holz-
·len für Hauptbahnen stimmt mit der Bauweise des
onsbezirks Breslau (§ 11) vollständig überein. Die Unter-
ıtte ist noch 1 : 20 keilig geformt, die Innenlasche ist
)ie äußere 667 mm lang und umfaßt letztere wieder den
barten Schienennagel, Abb. 81. Auch die Gewichte der

Abb. 81.

eile sind dieselben wie die im Bezirk Breslau, so daß
.lb ebenso, wie bezüglich der Schwellentheilung darauf
:n werden kann. Die Tränkung der Schwellen erfolgt
·g mit Zinkchlorid.

33. Der Oberbau auf Nebenbahnen mit nor-
Spurweite ist ein Holzschwellenbau (Abb. 82 u. 83)
› m langen und 115 mm hohen Schienen, die im Kopf
ı, im Fuße 90 mm breit und im Stege 10 mm stark
Die Außenlasche ist zur Aufnahme eines Nagels aus-
; beide *Laschen sind* 563 mm lang und reichen somit

bei einer Entfernung der Stoßschwellen von 500 mm bei über deren Mitte hinaus. Die Unterlagsplatten sind 150 m

Abb. 82.

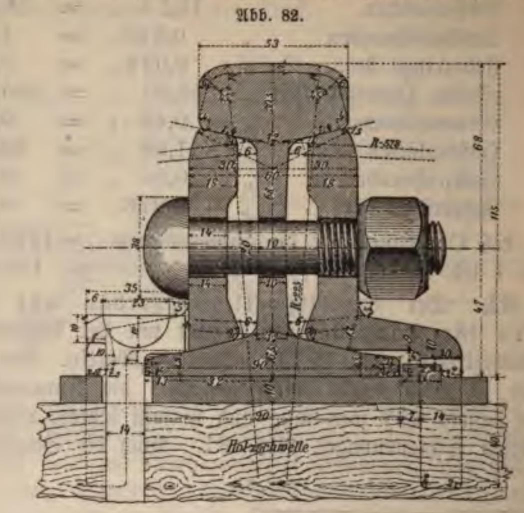


Abb. 83.



lang, 100 mm breit und 10 mm dick, mit zwei Rändern und mit 4 Ausklinkungen auf den langen Seiten für 2, 3 oder 4 Hakennägel versehen. Die Schwellen werden aus Buchen-, Kiefern- oder Eichenholz gewählt und mit Zinkchlorid getränkt; dieselben sind 2,50 m lang, unten 260 mm und oben 160 mm breit. Die Schwellen nächst dem Stoß liegen 838 mm, die übrigen 888 mm von Mitte zu Mitte auseinander, so daß auf die Schienenlänge 9 Schwellen kommen.

Das Gewicht des Eisenwerks beträgt in Bögen von kleinem Halbmesser auf die Schienenlänge:

2 Schienen je 7,5 m lang	je 182,93 kg schwer	=	365,85 kg
2 Innenlaschen	„ 8,00 „ „	=	16,00 „
2 Außenlaschen	„ 7,92 „ „	=	15,84 „
8 Laschenschrauben	„ 0,46 „ „	=	3,68 „
18 Unterlagsplatten	„ 1,17 „ „	=	21,06 „
40 Hakennägel	„ 0,25 „ „	=	10,00 „
	Im Ganzen	=	432,43 kg
	oder für 1 lfd. m Gleis	=	57,65 „

x. **Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Köln (linksrheinisch).**

§ 34. In diesem Directionsbezirk ist für Hauptbahnen nur Querschwellenbau mit Haarmann'schen Hakenplatten nach Art der im Directions-Bezirk Hannover gebräuchlichen in Anwendung, nur ist die Innenlasche 830 mm lang, auch die Form der Querschwelle anders. Abb. 84 zeigt eine Ansicht der

Abb. 84.

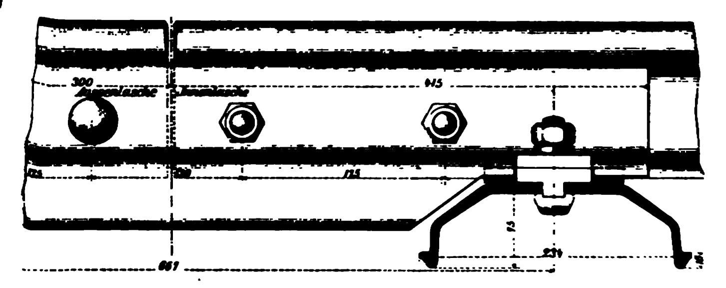
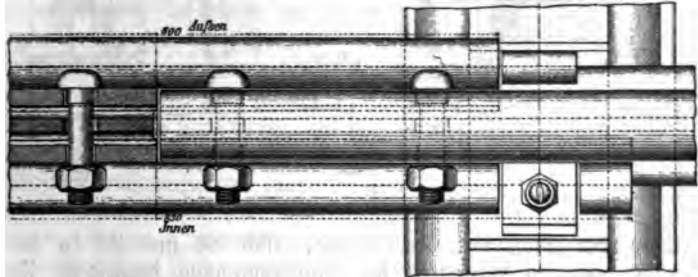


Abb. 85.



Innenlasche nebst Schnitt der Querschwelle, Abb. 87 die zugehörige Oberaufsicht mit Schnitt, während Schnitt der Schiene, Lasche und Unterlagsplatte genau die Abb. 75—78 dargestellte Form

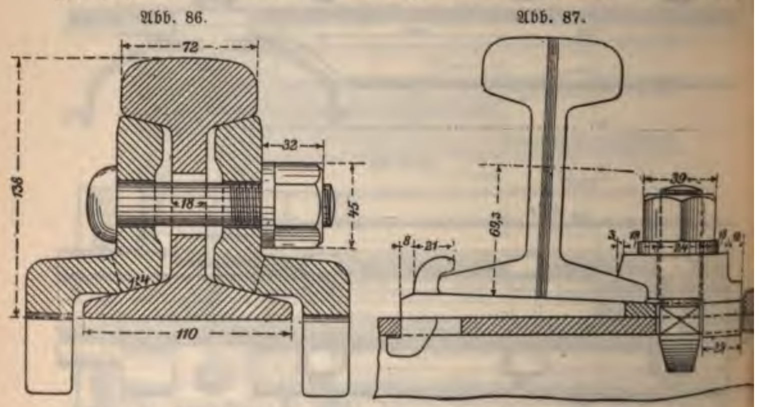
haben. Die Spurerweiterungen werden in derselben Weise wie im Directionsbezirk Köln (rechtsrheinisch) hergestellt, ebenso ist die Anzahl der Schwellen und deren Vertheilung dieselbe.

Das Material und Gewicht für eine Schienenlänge Oberbau stellt sich zusammen:

2	Stück	Stahlschienen	je	300,60 kg	= 601,20 kg
2	„	Innenlaschen	„	16,54 „	= 33,08 „
2	„	Außenlaschen	„	13,18 „	= 26,36 „
8	„	Laschenschrauben	„	0,542 „	= 4,34 „
8	„	Federringe für diese	„	0,018 „	= 0,14 „
10	„	eiserne Querschwellen	„	52,00 „	= 520,00 „
20	„	Klemmplatten	„	0,44 „	= 8,80 „
20	„	Hakenplatten	„	1,86 „	= 37,20 „
20	„	Hakenschrauben	„	0,30 „	= 6,00 „
20	„	Federringe dafür	„	0,016 „	= 0,32 „
				Im Ganzen	=1237,44 kg
				oder für 1 lfd. m Gleis	= 137,49 „

§ 35. In neuester Zeit ist im Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Köln (linksrhn.) eine Querschwellen-Bauweise (Bauart Rüppell-Kohn) mit überblattetem Schienenstoß eingeführt, die in Abb. 86 im Schnitt der Schiene, 87 in der

Abb. 86. Abb. 87.



Ansicht der Stoßfläche der Schiene, Abb. 88 und 89 in der Ansicht und im Grundriß der Stoßverbindung dargestellt ist. Wie aus Abb. 89 erkannt werden kann, sind die Schienen je zur Hälfte seitlich abgeblattet und diese abgeblatteten Theile in einer Länge von 220 mm, bei 7 mm Spielraum für die Längen-

hnung, so nebeneinander gestellt und durch Laschen und
t zusammengehalten, daß das darüber laufende Rad beide
ten auf diese Länge gleichzeitig belastet. Dadurch

Abb. 88.

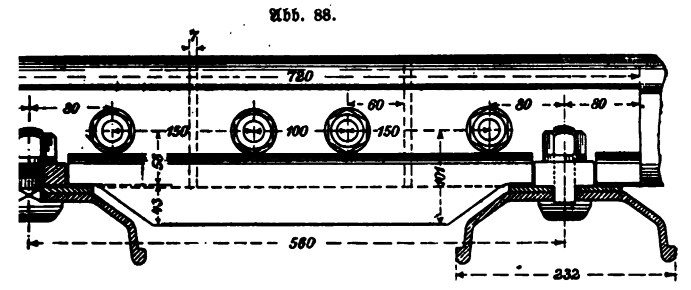
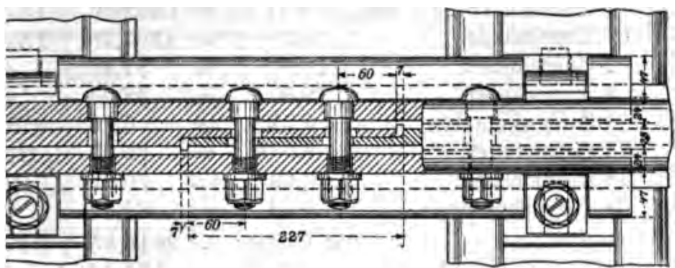


Abb. 89.



erreicht, daß der Stoß sich nicht so fühlbar macht und
u ebenso sanft befährt als der übrige Theil der Schiene.
ie seit Sommer 1890 darüber vorliegenden Erfahrungen,
Verwendung von Schienen mit 58 mm Kopfbreite, recht
ig waren, so wurde im Herbst 1891 eine weitere Probe-
: von 4 km Länge verlegt, die, wie in Abb. 88 und 89
stellt, Schienen mit größerer Kopfbreite erhielten. Durch die
ıttung wurde die größere Stärke des Schienensteges von
ım bedingt. Die Breite des Schienenkopfes beträgt 72 mm,
es Fußes 110 mm und die Höhe der Schiene ist 138 mm,
ß diese Abmessungen denen der Schiene 1890 (Seite 5 u. 83)
sind. Die Befestigung der Schienen auf den 2,70 m
n eisernen Querschwellen geschieht unter Anwendung der
mann'schen Hakenplatte mittelst Klemmplatten und Haken-
ıben. Die Laschen, Bolzen und sonstigen Befestigungsmittel
denen der neuen preußischen Schiene (1890) nachgebildet,
hat man den Muttern eine größere Höhe und eine breitere

Auflagerfläche gegeben, um dadurch mehr Reibung zu erzielen und so ohne Anwendung von Unterlagsringen deren Festsitzen zu erreichen. Die Laschen (Innen- wie Außenlasche) sind 720 mm lang und beiderseits so ausgeklinkt, daß innerhalb des Gleises die Klemmplatten und außerhalb die aufgebogenen Haken der Hakenplatte in die Einklinkungen eingreifen. Die Schienen sind einschl. der überblatteten Theile 15,220 m lang, so daß sich nach Abrechnung der Ueberblattung 15 m Baulänge für die Schienenlänge ergiebt. Die Zusammenstellung des Materialbedarfs und dessen Kosten bei Verwendung von 19 Schwellen auf eine Schienenlänge ergiebt Folgendes:

			Gewicht für eine Schienenlänge von 15 m kg	Preise für eine Schienenlänge von 15 m ℳ
2 Schienen 15,22 m lang,	je 651 kg	=	1302,00	164,06
19 Querschwellen	„ 58,3 „	=	1107,70	133,95
2 Außenlaschen	„ 18,9 „	=	37,80	4,72
2 Innenlaschen	„ 19,0 „	=	38,00	4,76
8 Laschenschrauben	„ 0,72 „	=	5,76	1,36
38 Hakenplatten	„ 1,975 „	=	75,05	24,32
38 Klemmplatten	„ 0,69 „	=	26,22	7,60
38 Hakenschrauben	„ 0,64 „	=	24,32	6,69
	Im Ganzen	=	2616,85	347,46
	oder für 1 m Gleis	=	174,46	23,15
dazu für Verlegen des Gleises an Arbeitslohn				1,00
			zusammen rund	24,20

λ. Bezirk der Königl. Eisenbahn-Direction Magdeburg.

§ 36. Es kommt zur Anwendung für Hauptbahnen:
1. Oberbau mit hölzernen Querschwellen,
2. Oberbau mit flußeisernen Querschwellen.

Der Oberbau mit hölzernen Querschwellen stimmt mit dem des Directionsbezirks Altona vollständig, auch bezüglich der Gewichte überein und wird dieserhalb auf die Beschreibung derselben Seite 36 verwiesen.

Der Oberbau mit flußeisernen Querschwellen wurde zuerst 1885 eingeführt, wobei die Normalschienen und Laschen dieses Jahrganges sowie Schwellen von 2,50 m Länge verwendet wurden. Seit 1890 hat man den Querschwellen die Länge

n 2,70 m gegeben und ebenfalls 11 Schwellen auf die chienenlänge von 9 m verlegt.

Die Befestigung der Schiene auf der Querschwelle geschieht, ie im Directionsbezirk Breslau, mittels Klemmplatten und akenschrauben, auch die Längen der Laschen sind dieselben und var sind beide Laschen, Innen- wie Außenlasche, gleich lang 00 mm), nur die Form der Querschwelle weicht von allen s jetzt beschriebenen wesentlich ab. Der Schnitt durch die chiene und durch die Befestigungsmittel stimmt mit Abb. 41 enau überein, auch sind ebenfalls 4 Sorten Klemmplatten vorhanden, die theils keinen Ansatz, Nr. I, (Abb. 41 links), theils Ansätze von 10 mm, Nr. II, (Abb. 41 rechts), 7,5 mm (IV) oder 2,5 mm (III) Breite haben.

Ueber die Anwendung dieser Klemmplatten giebt folgende Tabelle der Spurerweiterungen Aufschluß:

Spurerweiterung	Klemmplatte			
	an der linken Schiene		an der rechten Schiene	
	außen	innen	außen	innen
mm	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
0	II	I	I	II
2,5	II	I	III	IV
5,0	IV	III	III	IV
7,5	II	I	IV	III
10,0	I	II	I	II
12,5	I	II	III	IV
15,0	III	IV	IV	III
17,5	I	II	IV	III
20,0	I	II	II	I

Eine Ansicht der Innenlasche, sowie den Schnitt durch ie Querschwelle dicht am Auflager stellt Abb. 90 dar. Abb. 91 ißt einen Längenschnitt und eine Aufsicht auf die Querschwelle nd endlich Abb. 92 einen Querschnitt durch die Mitte derselben rkennen. Wie daraus zu ersehen, ist weder die Höhe noch ie Breite der Querschwelle überall gleich; erstere wird in der Mitte am größten = 110 mm, gegen 80 mm am Schienenauflager, letztere in der Mitte am kleinsten, nämlich 150 mm gegen 30 mm an der Auflagerstelle. Durch diese Einschnürung in er Mitte und Vergrößerung ihrer Höhe daselbst erreicht die Querschwelle eine größere Tragfähigkeit und kann man sie deshalb auch in der Mitte fest anstopfen, ohne besorgen zu müssen,

daß sie dadurch gebogen wird. Freilich geht die grade Stopfkante dadurch verloren; doch ist der Höhenunterschied (30 mm) zu gering, als daß die sonst bei der verschiedenen Höhenlage zu

Abb. 90.

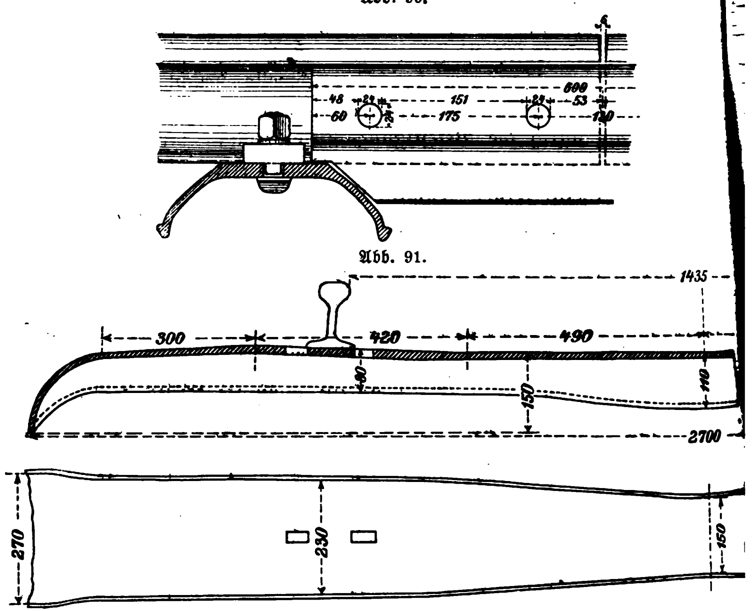
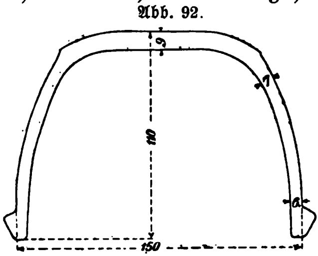


Abb. 91.

stopfenden Theile eintretenden Nachtheile zur Geltung kommen werden, wenn auch andererseits dieser enge und hohe Theil der Schwelle kaum gehörig fest zu stopfen sein wird. Die Schrägstellung der Schiene ist wieder dadurch erreicht, daß die Decke der Schwelle auf Auflager entsprechend mit 1 : 20 ansteigend hergestellt ist. Unterlagsplatten kommen nicht zur Anwendung. Bei dieser Bauweise werden gleichfalls 10 wie 11 Schwellen verwendet und zwar liegen bei letzterer Anordnung die Stoßschwellen 680 mm von Mitte zu Mitte auseinander; die Entfernung der dann kommenden Schwellen beträgt 750 mm, die der folgenden 800 m und die der übrigen 870 mm.

Abb. 92.



Das Material und Gewicht dieser Oberbauweise stellt sich wie folgt zusammen:

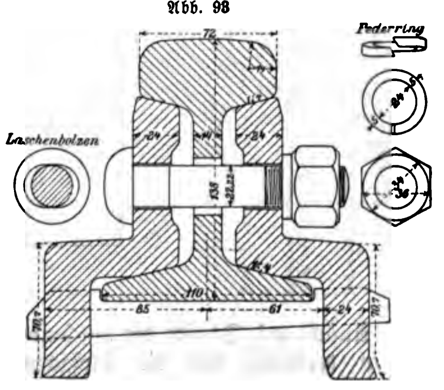
2	Schienen je 9,0 m Länge,	je 300,6 kg	=	601,20 kg
2	Innenlaschen	„ 13,22 „	=	26,44 „
2	Außenlaschen	„ 13,15 „	=	26,30 „
8	Laschenbolzen	„ 0,542 „	=	4,136 „
11	flußeiserne Querschwellen je etwa	60,0 „	=	660,000 „
44	Klemmplatten durchschnittlich je	0,355 „	=	15,598 „
44	Hakenschrauben	„ 0,346 „	=	15,224 „
8	Federringe f. die Laschenbolzen	„ 0,018 „	=	0,144 „
44	„ „ „ Hakenschrauben	„ 0,016 „	=	0,704 „
	Gewicht einer Schienenlänge zusammen		=	1349,746 kg
	oder für 1 lfd. m Gleis		=	149,971 „

a. Neueste Bauweise der Preußischen Staatsbahnen.

§ 37. Im Jahre 1891 ist im Bezirk des Betriebsamts Stadt- und Ringbahn zu Berlin eine Versuchsstrecke mit besonders schwerem Oberbau verlegt worden, der im Folgenden noch kurz beschrieben werden möge.

Abb. 12 und 93 geben den Querschnitt der neuen Schiene mit zugehöriger Unterlagsplatte und Schwellenschrauben bez. Laschen. Der Kopf der Schiene hat eine Breite von 72 mm, also 14 mm mehr als das Profil vom Jahre 1885, der Steg ist 14 mm stark, der Fuß 110 mm breit und die Schiene 138 mm hoch. Das Gewicht derselben beträgt 41 kg auf den lfd. m. Die Unterlagsplatte ist 190 mm breit und 160 mm lang, nach 1:20 abgeschrägt und wiegt 4 kg; die Schwellenschrauben sind 120 mm, diejenigen, welche in die Laschen einfassen, 140 mm lang, beide haben 20 mm Durchmesser und wiegen 0,365 bez. 0,414 kg.

Abb. 93



Die Unterschneidung des Schienenkopfes und die Neigung des Schienenfußes beträgt 1 : 4 und ist dementsprechend auch die Laschenanlage bewirkt. Der Querschnitt durch die Laschen ,, ist den

den früheren (Jahrgang 1885) ähnlich geformt und nur en
sprechend stärker gehalten sind. Die Abmessungen des Bolzen
mit Mutter gehen aus Abb. 93 hervor. Zur Festhaltung d
letzteren sind wieder Federringe angewendet. Die Länge d
Innenlasche beträgt 560 mm, diejenige der Außenlasche 490 m
und die Entfernung der Stoßschwellen 560 mm. Abb. 94 u. 9

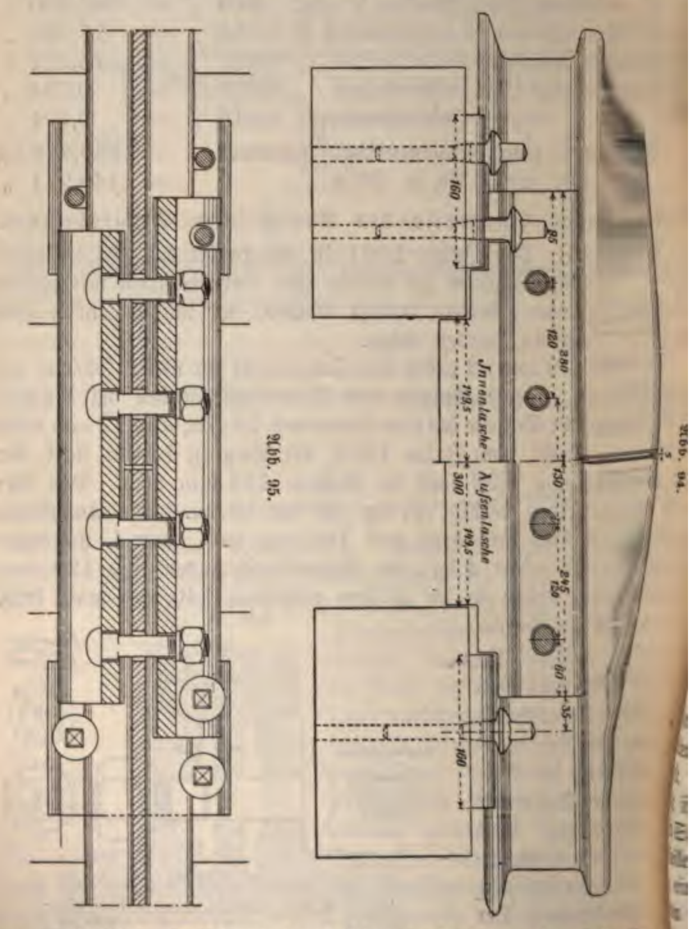


Abb. 95.

Abb. 94.

zeigen Ansicht und Schnitt der Laschenver=bindung; die Schwellen sind so vertheilt, daß die Stoßschwellen 560, alle übrigen

1,5 mm von Mitte zu Mitte von einander abliegen, wobei ch zu bemerken ist, daß die Eintheilung nur vorläufige Geltung en soll und erst durch Versuche im Betriebe festzustellen ist, nicht zweckmäßiger die den Stoßschwellen zunächst liegenden wellen näher an diese heranzurücken und erst die übrigen wellen gleichmäßig zu vertheilen sind.

Ferner werden in einigen Directionsbezirken Versuche mit Schwellenschienen-Oberbau von Haarmann angestellt; das ere über diese Bauweise ist angegeben in den Fortschritten Eisenbahnwesens Seite 28 (Verlag von J. F. Bergmann, sbaden).

Oberbau der Königl. Bayerischen Staatseisenbahnen.

§ 1. Im Verwaltungsbezirk der Bayerischen Staats-len sind folgende Oberbauarten in Anwendung.

I. Für Hauptbahnen:

a. Stahlschienen auf eisernen Querschwellen (Bauart Heindl),
b. „ oder Stahlkopfschienen mit Holzquerschwellen.

. Für Nebenbahnen mit 6000 kg Raddruck und 25 km größter Geschwindigkeit:

a. Stahlschienen auf eisernen Querschwellen (Bauart Heindl),
b. „ „ hölzernen Querschwellen.

III. Localbahnen mit 5000 kg Raddruck und 25 km größter Geschwindigkeit:

a. Stahlschienen mit eisernen Langschwellen,
b. „ „ „ Querschwellen,
c. „ ohne Schwellen (Bauart Hartwich).

IV. Localbahnen mit 1,0 m Spurweite:
Oberbau mit eisernen Querschwellen.

§ 2. Der Stahlschienenoberbau auf eisernen Quer-wellen (Ia) ist in Abb. 96 im Schnitt und in Abb. 97 in der tenansicht und dem Schnitt durch die Querschwelle darge-lt. Die Keilplatte H, welche nur einen äußeren Rand be-, ist außen und innen mit Einklinkungen versehen, in welche Spurplättchen E einlegen. Letztere greifen mit ihren hinteren eilen in die Kopfplatte der Querschwelle ein und verhindern ein Verschieben der Keilplatte. Die Spurplättchen tragen n seitliche Leisten, zwischen die sich die Deckplättchen K ein-en. Die Bolzen haben hakenartige Köpfe, die vor Ein-ngung der Plättchen E von oben eingesteckt und dann um

eine Viertelwendung gedreht werden. Der Theil des Bolze dicht über den Haken ist vierkantig und paßt genau in

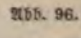


Abb. 96.

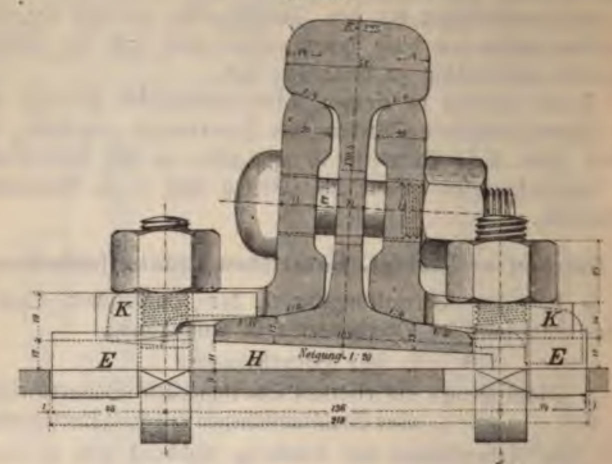
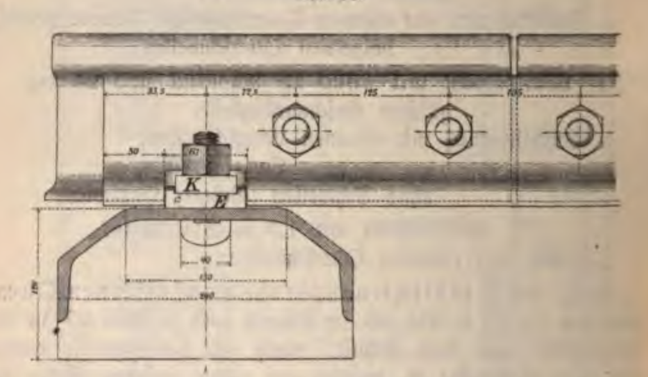


Abb. 97.



Schwellenschlitz, so daß beim Anziehen des Bolzens eine Drehung verhütet wird. Die Laschen haben Schienenanlagen 1 : 4, sie sind über den Schienenfuß hinaus gekröpft und die innere Lasche 667 mm, die äußere nur 500 mm lang. Erstere ist, wie Abb. 97 erkennen läßt, ausgeklinkt, um das Plättchen **E** zu umfassen und auf diese Weise das Wandern der Schiene zu verhüten. Zur *Erzielung* der verschiedenen Spurweiten giebt man den Ansätzen

der Plättchen E verschiedene Breite und zwar in ähnlicher Weise, wie es im Bezirk der Eisenbahn-Direction Breslau geschieht. Die Form des Querschnittes der Querschwelle ist, wie aus Abb. 97 zu erkennen, vollkoffrig, 340 mm breit, 90 mm hoch, die Schwellen sind 2,50 m lang, grade und in der oberen Platte 9 mm dick. Die Enfernung der Schwellen von Mitte zu Mitte beträgt am Stoß = 500 mm, neben dem Stoß = 752,5 mm, in den zwei folgenden Zwischenweiten = 800 mm, in den mittleren 4 Zwischenweiten = 900 mm.

Das Material und Gewicht eines 9 m langen Gleises stellt sich zusammen:

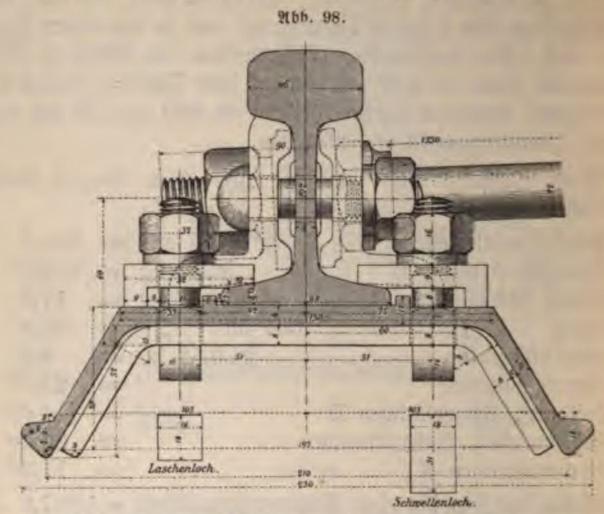
2	Stück Stahlschienen	je 9 m lang	=	561,6	kg
11	Querschwellen	je 63 kg	=	693,0	„
2	äußere Winkellaschen	je 500 mm Länge	=	17,8	„
2	innere „	„ 667 mm „	=	23,8	„
8	Laschenschrauben	je 0,58 kg	=	4,6	„
22	Unterlagsplatten		=	21,60	„
44	Beilagen, Spurplättchen E		=	14,00	„
44	Fußschrauben, Hakenschrauben		=	20,20	„
44	Klemmplättchen K		=	11,20	„
	Mithin das Gewicht einer Schienenlänge Gleis		=	1367,8	kg
	oder für 1 lfd. m Gleis		=	152,00	„

§ 3. Beim Querschwellenbau mit Holzschwellen (Ib) werden Schienen, Laschen und Laschenschrauben derselben Abmessungen verwendet, nur beträgt die Länge der inneren Laschen beim Holzschwellenbau 750 mm. Die Laschen umfassen die Unterlagsplatten der beiden Stoßschwellen und verhindern so das Wandern der Schienen. Die Hakennägel sind 15/14,5 m dick, 150 mm lang und wiegen 0,275 kg. Die Unterlagsplatten haben eine Stärke von 12 mm und sind nicht keilig, so daß die Holzschwellen entsprechend gekappt werden müssen. Am Stoß sind sie 180/150 mm, auf den Zwischenschwellen 150/142,5 mm groß und haben an der Innenseite 2 und an der Außenseite 1 Nagelloch. Die Holzschwellen haben eine Länge von 2,50 m, eine Breite von 260 mm und eine Stärke von 175 mm.

Der Oberbau für Nebenbahnen (IIa und b) stimmt im Wesentlichen mit den vorbeschriebenen überein, nur daß die Abmessungen kleiner und dementsprechend die Gewichte auch geringer sind.

§ 4. Für Localbahnen ist ein Langschwell-Oberbau (IIIa) in Gebrauch, der in Abb. 98 im Querschnitt dar-stellt ist und der aus breitfüßigen Schienen von 9 m Län

Abb. 98.



102 mm Höhe, 68 mm Fußbreite, 46 mm Kopfbreite und 8 mm Stegdicke und Langschwellen mit 230 mm unterer und 150 mm oberer Breite besteht, welch letztere beiderseits des Schienenfußes mit Rändern versehen sind. Die Verbindung der Schienenstöße geschieht durch Winkellaschen, die der Schwellenstöße durch untergelegte Laschen, die, 550 mm lang, durch je 8 Hakenschrauben mit der oberen Platte verbunden sind. Die beiden Schienenstränge werden durch Spurstangen von 22 mm Durchmesser zusammen gehalten, welche innen und außen durch Schraubenmuttern auf keilförmigen Unterlagsplatten festgehalten werden und so die Regelung der Spur zulassen. Die Spurstangen sind in geraden Linien und flachen Bögen 3,6 m und in scharfen Bögen 1,8 m von einander entfernt.

Das Material und Gewicht eines Gleisestückes von einer Schienenlänge (9 m) stellt sich wie folgt zusammen:

2 Schienen zu 9,00 m	je 19,00 kg	schwer	=	342,00 kg
4 Schienenlaschen	„ 4,20 „	„	=	16,30 „
2 Langschwellen	„ 17,5 „	„	=	313,95 „
			=	672,25 kg

		[illegible]	=	[illegible] kg
2 Schwellenlaschen	à	[illegible] kg [illegible]	=	[illegible] „
8 Laschenschrauben	„	1.22 „ „	=	[illegible] „
52 Klemmplättchen	„	[illegible] „ „	=	[illegible] „
36 kleine Fußschrauben (Hakenschrauben	„	[illegible] „ „	=	[illegible] „
16 große Fußschrauben (Hakenschrauben	„	[illegible] „ „	=	[illegible] „
8 große Federringe	„	[illegible] „ „	=	[illegible] „
60 kleine „	„	[illegible] „ „	=	[illegible] „
Somit für eine Schienenlänge			=	[illegible]4.45 kg
oder für einen lfd. m Gleis			=	[illegible] „

§ 5. Der [illegible] ist in Abb. 99 im [illegible]



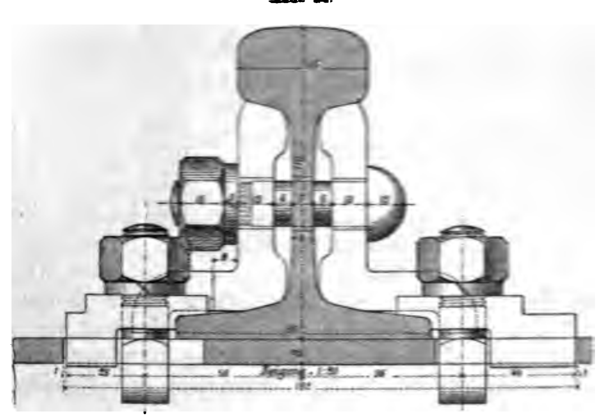
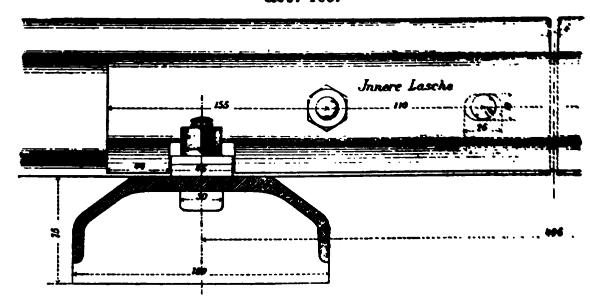


Abb. 100.



im Querschnitt durch die Schwelle mit innerer Ansicht des Schienenstoßes dargestellt. Die Befestigung zwischen Schiene und Schwelle geschieht mittelst Klemmplatten mit hakenförmigem, der Spurweite angepaßtem Ansatz und Hakenschrauben. Die Innenlasche ist 630 mm lang, über der Schwelle ausgeklinkt, umfaßt die Klemmplatte und verhindert so das Wandern der Schiene. Die Außenlasche ist nur 450 mm lang und 5,45 kg schwer. Die Querschwellen sind zur Erzielung der Schienenneigung beiderseits aufgebogen; sie haben eine Länge von 2,50 m, eine Breite von 180 mm bei 75 mm Höhe. Durch Umbiegen der Oberplatte ist ein Kopfverschluß hergestellt und so die nöthige Sicherung gegen seitliche Verschiebungen geschaffen.

Das Material und Gewicht dieses Oberbaues stellt sich wie folgt zusammen:

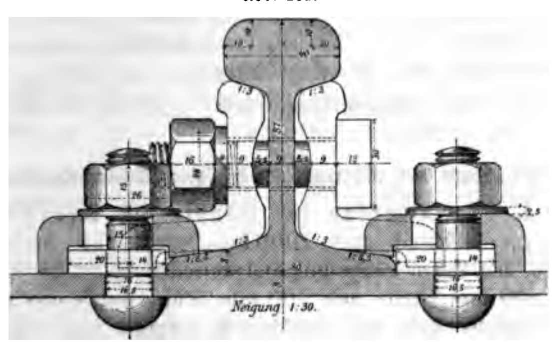
2	Stahlschienen je 9,0 m lang, der Meter	21,96	kg	= 395,28 kg
11	Querschwellen	je 39,47	„	= 434,17 „
2	äußere Winkellaschen	„ 5,46	„	= 10,92 „
2	innere „	„ 7,41	„	= 14,82 „
8	Laschenschrauben	„ 0,22	„	= 1,76 „
44	Klemmplättchen, durchschnittlich	„ 0,215	„	= 9,46 „
44	Fußschrauben	„ 0,18	„	= 7,92 „
52	Federringe	„ 0,014	„	= 9,73 „
	Das Gewicht einer Schienenlänge Gleis			= 875,06 „
	oder für 1,0 lfd. m Gleis			= 97,16 „

§ 6. Bezüglich des **Oberbaues ohne Schwellen** (System **Hartwich**) wird auf die in den Fortschritten für Eisenbahnwesen Seite 22 gegebene Beschreibung verwiesen und hier nur die Zusammenstellung der Materialien und Gewichte gegeben:

2	Stahlschienen je 9,0 m lang, 1 lfd. m	29	kg	= 522,00 kg
4	Winkellaschen	je 8,71	kg	= 34,84 „
16	Laschenschrauben	„ 0,22	„	= 3,52 „
4	Spureisen	„ 9,36	„	= 37,44 „
4	Spurbeilagen durchschn.	„ 0,25	„	= 1,00 „
2	Unterlagsplatten	„ 9,09	„	= 18,18 „
8	Klemmplättchen	„ 0,13	„	= 1,04 „
24	Fußschrauben	„ 0,18	„	= 4,32 „
32	Federringe	„ 0,014	„	= 0,45 „
	Im Ganzen			= 622,79 kg
	oder 1 lfd. m Gleis			= 69,20 „

§ 7. Der Oberbau für Localbahnen (IV) mit 1,0 m rweite besteht aus 7,5 m langen Schienen, nach Abb. 101, die den Querschwellen von 1,70 m Länge, 150 mm Breite und


Abb. 101.



0 mm Höhe unmittelbar gelagert und mit 1:30 nach Innen estellt sind. Die Neigung der Schienen ist auf den Auflagerstellen eingepreßt, so daß die übrigen Theile der Schwellen vagerecht sind. Die Entfernung der Schwellen beträgt an den Stößen 405 mm von Mitte zu Mitte, die der folgenden Schwellen 625 mm, dann 800 mm und die der übrigen 850 mm von einander. Es sind Winkellaschen in Anwendung, die sämmtlich 360 mm lang sind und die sich gegen die Klemmplättchen der benachbarten Stoßschwelle stützen, so daß nur je eine Schwelle gegen das Wandern der Schienen wirksam ist. Die mittleren Laschenolzen sind 80 mm, die äußeren von diesen 100 mm entfernt. ie Befestigung der Schiene auf den Schwellen geschieht, ähnlich ie im Bezirk der Direktion Frankfurt, durch Fußschrauben und lemmplättchen, wobei die Spurregelung und Spurerweiterung den Bögen durch 45/55 mm große Spurstücke geschieht, elche unter den Klemmplättchen die Fußschraube (Hakenschraube) mfassen und deren seitlich von der Mitte angebrachtes Loch mit en 4 Seitenflächen von dem Mittelpuncte um 14, 16, 18 und 20 mm entfernt ist, so daß damit eine größte Spurerweiterung on 2 (20—14) = 12 mm herbeigeführt werden kann.

Das Gewicht eines Gleisestückes beträgt:

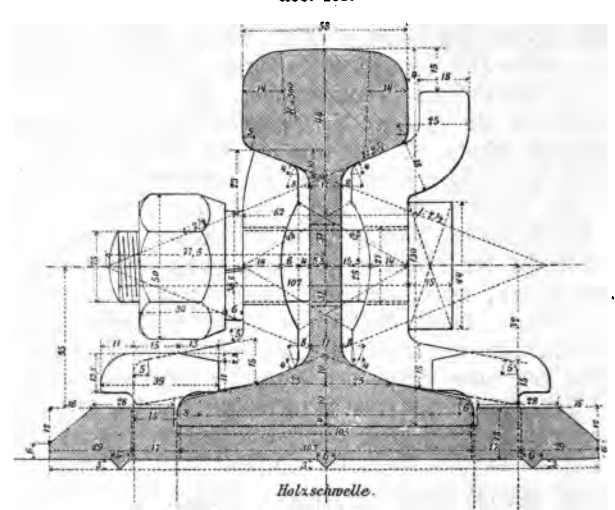
2	Stahlschienen je 7,5 m lang der lfd. m	= 15,6 kg	= 234,00 kg
10	Querschwellen 1,7 m lang das Stück	19,5 „	= 195,00 „
			= 429,00 kg

			Uebertrag	= 429,09 kg
4	Winkellaschen	das Stück	2,96 kg	= 11,84 „
8	Laschenschrauben	„ „	0,24 „	= 1,92 „
8	Federringe dazu	„ „	0,0086 kg	= 0,07 „
40	Klemmplättchen	„ „	0,21 „	= 8,40 „
40	Spurstücke	„ „	0,065 „	= 2,60 „
40	Fußschrauben mit Unterlagsscheibe			= 6,60 „
	somit wiegt eine Schienenlänge Gleis			= 460,43 kg
	oder ein lfd. m Gleis			= 61,35 „

3. Oberbau der Königl. Sächsischen Staatsbahnen.

§ 1. Der Oberbau für Haupt- und Nebenbahnen mit einem Raddruck von 7000 kg besteht aus breitfüßigen Schienen von 7,5 m Länge und Holzschwellen von 2,25—2,50 m Länge, 200 mm Breite und 160 mm Dicke, welche aus Kiefernholz hergestellt und mit Zinkchlorid getränkt sind. Die Anlagefläche der Laschen beträgt nur 1 : $2^1/_2$; die unteren Schenkel derselben reichen nicht über die Oberfläche der Unterlagsplatten hinab. Letztere haben beiderseits des Schienenfußes

Abb. 102.

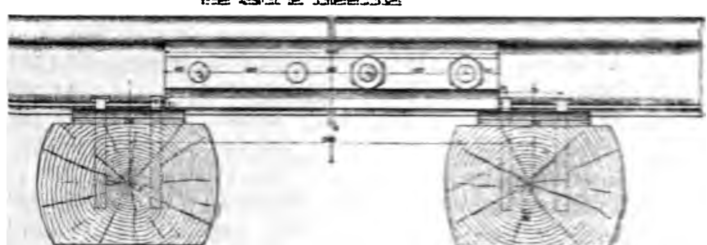


6 mm hohe Ränder, sind aber nicht geneigt, so daß die Schwellen noch gekappt werden müssen. Es wird jede Schwelle mit einer Unterlagsplatte versehen. Die Winkellaschen auf der Innenseite

ıd 446 mm und an der Außenseite 640 mm lang. Zur efestigung der Schienen dienen Hakennägel von 15/15 mm tärke und 157 mm Länge und zwar kommt auf jede chwelle, außen wie innen, je ein Nagel. Das Gewicht der nfachen Nägel beträgt 0,235 kg, dasjenige der Doppelkeil=igel, welch letztere durch die Ausklinkung der äußeren Winkel=ſchen greifend und gegen welche die inneren Winkellaschen sich üßen, ist 0,245 kg. Abb. 102 und 103 geben Schnitt und

Abb. 103





lnsicht des Schienenstoßes. Die Schwellentheilung beträgt am Stoß 540 mm, die der folgenden Schwellen 780 mm und der ämmtlichen übrigen 900 mm.

Das Material und Gewicht des Eisenwerkes einer Schienen=änge Gleis stellt sich wie folgt zusammen:

2 Schienen je 7,50 m lang;	34,35 kg d. lfd. m	=	515,25 kg
2 Innenlaschen	je 6,17 kg	=	12,34 „
2 Außenlaschen	„ 12,17 „	=	24,34 „
8 Laschenschrauben	„ 0,88 „	=	7,04 „
8 Unterlagsplatten	„ 3,05 „	=	54,90 „
6 kleine Nägel	„ 0,235 „	=	10,81 „
8 größere Nägel	„ 0,245 „	=	1,96 „
m Ganzen		=	626,64 kg
er 1 lfd. m Gleis		=	83,55 „

§ 2. Oberbau für Localbahnen von normaler purweite mit 5000 kg größtem Raddruck.

Der Querschnitt dieser Oberbauart ist dem vorbeschriebenen hr ähnlich, nur daß die Abmessungen entsprechend geringer ıd. Die Schienen haben eine Länge von 7,5 m und 110 mm öhe bei einem Gewicht von 24,3 kg für 1 lfd. m.

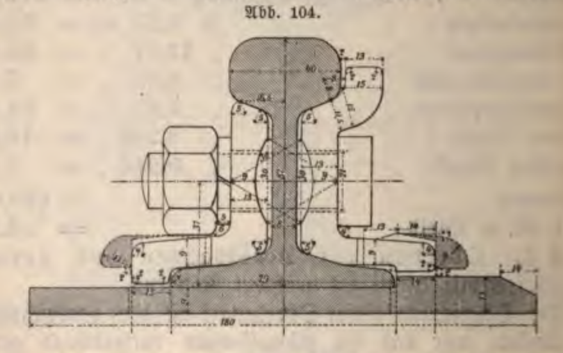
Die Laschenform ist der der Hauptbahnen ähnlich gestaltet, ır ist die Länge der äußeren Laschen 520 mm, die der inneren

460 mm. Die Lochung ist dieselbe, wie die der Hauptbahnen. Gegen das Losrütteln der Bolzen sind Federringe angewendet. Die Unterlagsplatten, welche auf jeder Schwelle angebracht werden, sind 180 mm lang, 150 mm breit und 11 mm dick, dieselben sind jedoch nur an der äußeren Seite mit einem Rande versehen, auch fehlen ihnen die eckigen Zähne, welche unter den Platten der Hauptbahnen angebracht sind. Die Hakennägel sind dieselben, wie bei den Hauptbahnen, ebenso die Anzahl der Schwellen und deren Abmessungen. Das Gewicht des Eisenzeugs einer Schienenlänge Gleis stellt sich wie folgt zusammen:

2	Schienen je 7,50 m lang, 1 lfd. m		24,30 kg	schwer	= 364,50 kg
2	Innenlaschen	je	5,54 „	„	= 11,08 „
2	Außenlaschen	„	8,06 „	„	= 16,12 „
8	Laschenschrauben	„	0,34 „	„	= 2,72 „
8	Federringe dazu	„	0,0175 kg „		= 0,14 „
18	Unterlagsplatten	„	2,20 kg	„	= 39,60 „
46	kleine Hakennägel	„	0,235 „	„	= 10,81 „
8	größere Hakennägel	„	0,245 „	„	= 1,96 „
Im Ganzen					= 446,93 kg
oder 1 lfd. m Gleis					= 59,59 „

§ 3. Oberbau für Localbahnen mit 0,75 m Spurweite. Die Schienen dieser Oberbauart sind 9,0 m lang, jedoch nur 87 mm hoch, im Kopfe 40 mm, im Fuße 79 mm breit und

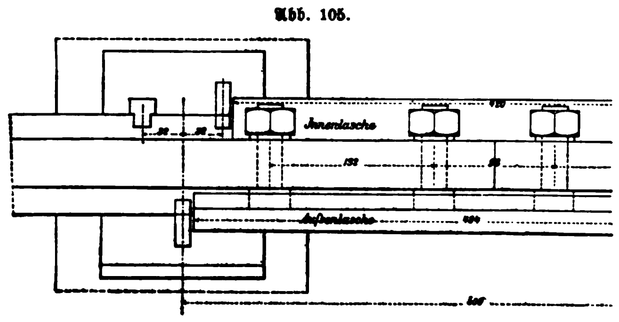
Abb. 104.



15,6 kg auf den lfd. m schwer. Die Anlage der Laschen ist 1:3 und die Neigung der Schienen 1:16. Die Schwellen aus Kiefernholz, mit Zinkchlorid getränkt, sind 1,40—1,65 m lang, 200 mm breit und 135 mm stark. Auf die Schienenlänge

men 12 Schwellen, die von Mitte zu Mitte am Stoß mm, bei den 4 folgenden Schwellen 770 mm und bei den en mittleren 780 mm weit abliegen. Abb. 104 zeigt einen nitt durch die Schiene und Abb. 105 den Grundriß eines

Abb. 105.



Schienenstoßes. Im Uebrigen ist die ganze Anordnung der nter § 1 beschriebenen Bauweise nachgebildet und wird es aher genügen, hier noch das Material und Gewicht für eine Schienenlänge Gleis zusammenzustellen.

2 Schienen je 9,0 m, ein lfd. m		15,6 kg	schwer	= 280,80 kg
2 Innenlaschen	je	3,187 kg	„	= 6,374 „
2 Außenlaschen	„	4,525 „	„	= 9,050 „
8 Laschenschrauben	„	0,3125 „	„	= 2,500 „
8 Federringe dazu	„	0,0175 „	„	= 0,140 „
4 Unterlagsplatten	„	1,71 „	„	= 41,04 „
8 Hakennägel mit Doppelkopf	„	0,172 „	„	= 1,376 „
4 „ einfach	„	0,165 „	„	= 10,560 „
as Gewicht des Eisenzeugs einer Schienenlänge				= 312,104 kg
er der lfd. m Gleis				= 34,66 „

§ 4. Ein verstärkter Oberbau für die Schnellugslinien der Sächsischen Staatseisenbahnen ist seit dem ahre 1888 zur Ausführung gekommen, den ein Querschnitt Abb. 106 sowie Ansicht und Grundriß in Abb. 107 und 108 ranschaulicht. Die Länge der Schiene ist auf 10 m, die reite des Kopfes auf 66 mm, die Breite des Fußes auf 30 mm und die Höhe der Schiene auf 145 mm vergrößert, daß der lfd. m dieser Schiene 43,97 kg wiegt, also noch weerer ist, als die neue Preußische Schiene (41 kg). Die nterlagsplatten sind länger und stärker geworden, nach 1 : 20 neigt und mit Rippen unter der Auflagerfläche, sowie einer

Krempe innerhalb des Gleises versehen (nach Art der Haarmann'schen Hakenplatte, bei der die Krempe jedoch außerhalb

Abb. 106

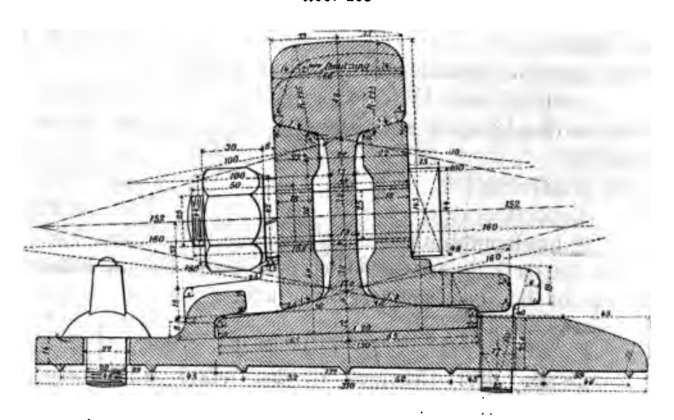
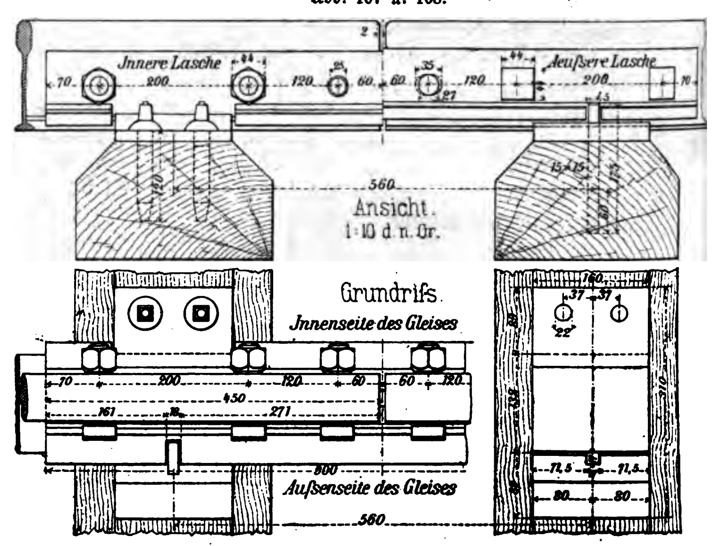


Abb. 107 u. 108.



der Schiene sich befindet). Die Laschen sind 900 mm lang und mit Ausklinkungen versehen, in die die Krempen und die bezüglichen Doppelkopfnägel hineinfassen. Die Laschenschrauben,

ie Doppelnägel und die Federringe bleiben wie beim bisherigen Oberbau; dagegen treten auf die Innenseiten der Schienenstränge Schwellenschrauben an die Stelle der Vierkantnägel.

Die Gewichte der einzelnen Theile sind die folgenden:

1 m Schiene	= 43,97 kg
1 Paar Laschen (gelocht und genuthet) 17,94 (äußere) und 16,37 kg (innere)	= 34,31 „
1 Stück Laschenschraube mit Mutter	= 0,90 „
1 Federring	= 0,029 „
1 Stück Krempenplatte	= 7,32 „
1 „ Doppelkopfnagel	= 0,315 „
1 „ Schwellenschraube	= 0,36 „

Die Vertheilung der Schwellen vom Stoße bis zur Schienenmitte ergiebt sich aus nachstehenden Zahlen:

Stoß | 28 cm | 67 | 75 | 82,5 | 82,5 | 82,5 | 82,5* | Mitte

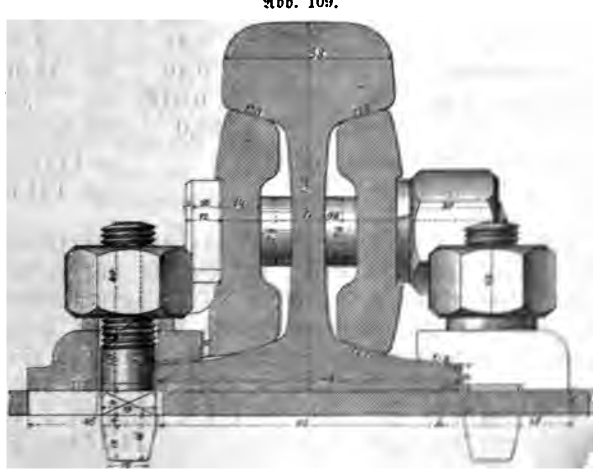
4. Oberbau der Königl. Württembergischen Staats-Eisenbahnen.

Es kommen für Hauptbahnen zur Anwendung:

1. Oberbau mit eisernen Querschwellen und
2. Oberbau mit hölzernen Querschwellen.

§ 1. Der erstgenannte Oberbau ist in Abb. 109 im Schnitt durch Schiene und Laschen dargestellt. Die Schienen

Abb. 109.



haben eine Länge von 9,0 m, eine Laschenanlage von 1
130 mm Höhe, 104 mm Fußbreite und ein Gewicht von 33,0
Die Laschen der Außenseite sind 580 mm lange Winkellas
während an der Innenseite nur Flachlaschen von 480 mm L
sich befinden. Erstere sind bei zweigleisigen Bahnen mi
Einklinkungen versehen, um die beiden Stoßschwellen gegen
Wandern der Schienen in Anspruch zu nehmen. Bei eingleis
Bahnen werden in der Lasche Einklinkungen nicht angebr
Die mittleren Bolzenlöcher sind 150 mm, die äußeren
diesen 125 mm entfernt. Die flußeisernen Querschwellen, w
mit der in Abb. 84 dargestellten Form übereinstimmen,
2,50 m lang, 234 mm breit und 75 mm hoch. Unter
9,0 m langen Schienen werden 10 Schwellen verlegt, von de
die neben dem Stoße liegenden 0,50 m von Mitte zu M
die nächsten 0,753 m und die übrigen 1,00 m von einan
entfernt liegen. Etwaige Spurveränderungen werden durch
schiedene Breite der Ansätze der Klemmplatten hervorgerufen

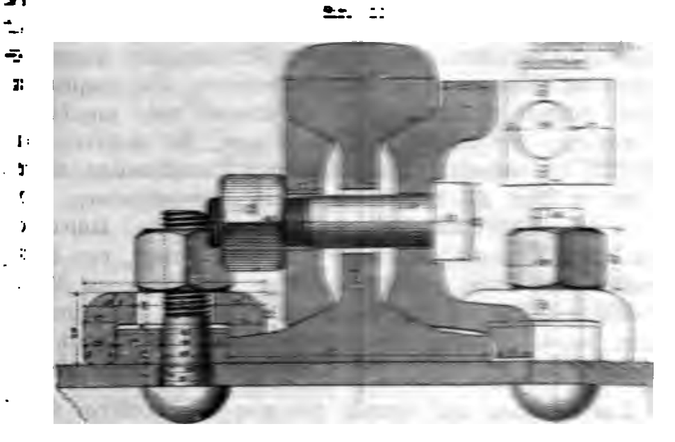
Das Material und Gewicht für eine Schienenlänge G
stellt sich wie folgt zusammen:

2	Schienen von 9,0 m Länge, jede	297	kg	=	594,00
2	Flachlaschen	" 5,20	"	=	10,40
2	Winkellaschen	" 7,92	"	=	15,84
8	Laschenbolzen	" 0,62	"	=	4,96
8	Federringe dazu	" 0,019	"	=	0,15
20	Klemmplatten	" 0,42	"	=	8,40
20	" "	" 0,46	"	=	9,20
40	Hakenschrauben	" 0,40	"	=	16,00
40	Federringe dazu	" 0,016	"	=	0,64
10	Querschwellen	" 52,0		=	520,00
	Gewicht einer Schienenlänge Gleis			=	1179,59
	oder für 1 lfd. m Gleis			=	131,06

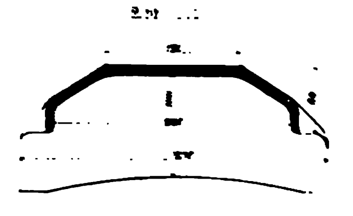
§ 2. Der Oberbau mit hölzernen Querschwell
ist dem vorstehenden in Bezug auf Gewicht und Form
Schienen, Laschen und Bolzen gleich. Die hölzernen Schwell
welche aus mit Zinkchlorid getränktem Kiefernholz hergest
sind, werden in denselben Entfernungen verlegt, wie die eisern
Sie haben eine Länge von 2,50 m, eine Breite von 250 n
eine Dicke von 155 mm, und erhält jede derselben 2 Unt
lagsplatten mit 3 Löchern für Hakennägel von 14/14 mm Stä

5. Oberbau der [illegible]

§ 1. Auf [illegible] und dem in Abb. [illegible]



auf den lfd. m 36,[illegible] kg wiegen. [illegible] von 540 mm, innen [illegible] deren innere [illegible] 156 mm entfernt sind. [illegible] sich die unteren [illegible] platten, so daß [illegible] Schwelle in Anspruch genommen wird. Die Querschwellen [illegible] aus Eisen und haben den Querschnitt in Abb. 111 [illegible] mm Metallstärke. Wie aus Abb. 112 zu ersehen, sind die Schwellen an den Auflagerflächen der

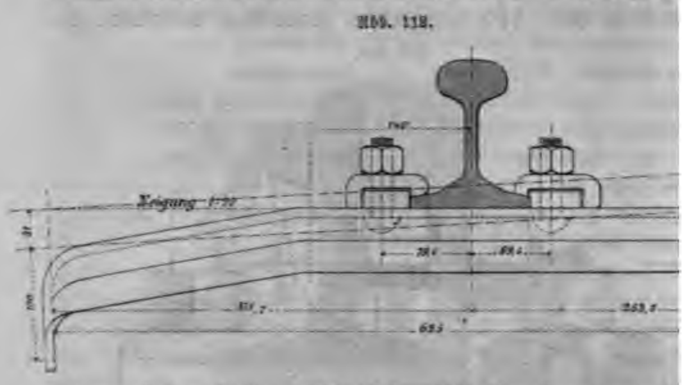


Schienen nach 1:20 aufgebogen, in der Mitte aber grade und an den Enden wieder nach unten gebogen und mit Kopfverschluß versehen. Auf die Schienenlänge kommen 11 Schwellen, deren Entfernung von Mitte zu Mitte am Stoß 570 mm, im Uebrigen 843 mm beträgt.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen geschieht durch Schraubenbolzen und Klemmplatten. Letztere haben unten eine 45 mm weite Höhlung, in welche Spurfixirungsplättchen von 44 mm Seitenfläche (Abb. 110) eingelegt werden, in

die ein 20 mm weites Loch so eingebohrt ist, daß bis
Rande an den 4 Seiten ein Steg von 7—10,3, 13,7

Abb. 118.



17 mm stehen bleibt. Mit diesem Plättchen kann man, ä
der im Directionsbezirk Frankfurt gebräuchlichen Anordnung,
nöthige Spurerweiterung erzielen, so daß alle Schwellen g
mäßig gelocht werden können. Das Material und G
einer Schienenlänge Gleis stellt sich wie folgt zusammen:

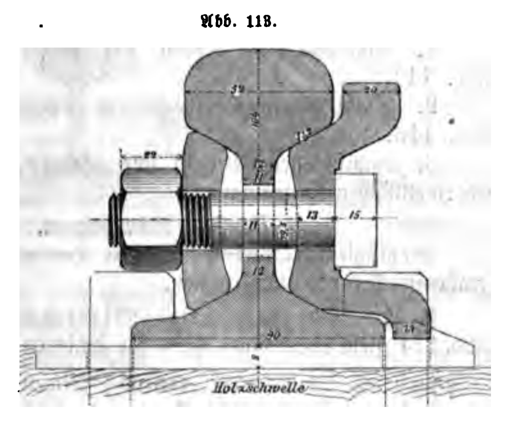
2	Schienen von 9 m Länge,	je	325,80	kg	=	651,6
11	Querschwellen	"	42,80	"	=	470,8
2	Winkellaschen	"	10,25	"	=	20,5
2	Flachlaschen	"	5,20	"	=	10,4
8	Laschenbolzen mit Muttern	"	0,52	"	=	4,1
44	Klemmplatten	"	0,48	"	=	21,1
44	Spurfixirungsplättchen	"	0,16	"	=	7,0
44	Schrauben mit Muttern	"	0,42	"	=	18,4
	Gewicht des Oberbaues für 1 Schienenlänge				=	1204,1
	" " " " 1 lfd. m Gleis				=	133,8

§ 2. Der Oberbau für Nebenbahnen hat Schi
die nur 104 mm hoch, im Uebrigen aber denen der Hauptba
ähnlich gestaltet sind und die 26,5 kg der lfd. m wiegen. Abb.
zeigt einen Querschnitt durch Schienen und Laschen; die b
gemeinschaftlichen Anlageflächen sind 1 : 2 geneigt. Außen
Winkellaschen, innen hingegen Flachlaschen, beide 420 mm
und so gelocht, daß die mittleren der 4 Bolzenlöcher 96
die äußeren von diesen 120 mm entfernt sind; die Unter
platten sind nicht keilig, 156 mm lang, 120 mm breit
8 mm dick mit einem erhöhten Rande an der Außenseite,

ten 4 eckigen Löchern, für die Nägel. Letztere sind 150 mm
5/15 mm stark, und mit keiligem Kopfe versehen.

kommen
Neben-
nur Holz-
n zur
dung und
an den
und in
litte der
:n solche
:ichenholz,
d die üb-
Schwellen
annenholz
t werden.
: Arten
Schwellen

Abb. 113.



40 m lang, 240 mm breit und 150 mm hoch und werden
Quecksilber-Sublimat getränkt. Die Vertheilung der
wellen auf die Schienenlänge von 7,5 m wird derart
, daß die Stoßschwellen 540 mm, die folgenden Schwellen
70, 870 und 900 mm von Mitte zu Mitte von einander
t liegen. Auf den 3 eichenen Schwellen werden Unter-
tten angebracht, auf den tannenen Schwellen jedoch nicht.
efestigung der Schienen auf den Schwellen geschieht an
Seite des Fußes mit einem Hakennagel. In Krüm-
ı mit kleinen Halbmessern werden auf allen Querschwellen
ıgsplatten verlegt. Das Material und Gewicht des
erkes für eine Schienenlänge stellt sich wie folgt zu-
ı:

hienen	jede	198,75 kg	=	397,50 kg
nkellaschen	„	6,0 „	=	12,00 „
ıchlaschen	„	2,5 „	=	5,00 „
ſchenbolzen	„	0,4 „	=	8,20 „
terlagsplatten	„	1,24 „	=	7,44 „
ienennägel	„	0,27 „	=	9,72 „
t für eine Schienenlänge			=	434,86 kg
r 1 lfd. m Gleis			=	57,98 „

6. Oberbau der Deutschen Reichs-Eisenbahnen.

§ 1. Es werden folgende 4 verschiedene Oberbauart angewendet.

A. Für Hauptbahnen.

1. Stahlschienen-Oberbau auf hölzernen Querschwelle Abb. 114.

2. Stahlschienen-Oberbau auf eisernen Querschwelle Abb. 115.

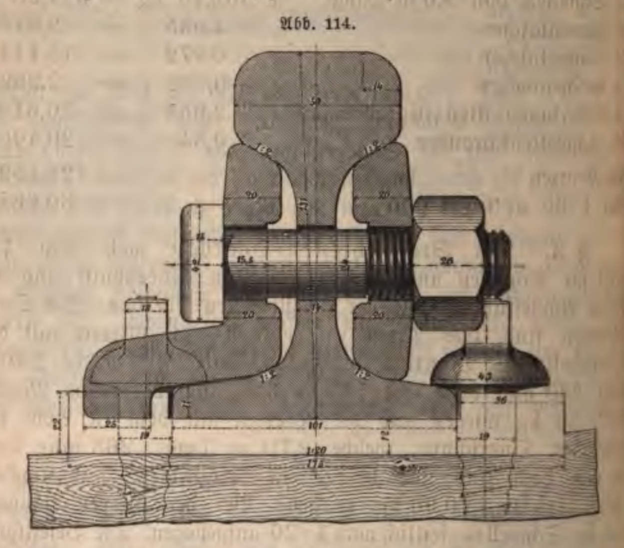
3. Stahlschienen-Oberbau auf eisernen Querschwellen m Haarmann'schen Hakenplatten.

B. Für Nebenbahnen.

Stahlschienen-Oberbau, Bauart Hartwich, für die Lan straßenstrecken der Localbahnen.

§ 2. Oberbau mit hölzernen Querschwellen Abb. 114 giebt einen Querschnitt der Schienen und der Laschen mi

Abb. 114.



den nöthigen Maaßen. Die Schienen sind 9 m lang, mit An lageflächen 1 : 2 versehen und wiegen 36,90 kg auf den lfd. m Innerhalb des Gleises werden Flachlaschen, außerhalb Winkel laschen, beide Arten 470 mm lang, verwendet. Die Laschenbolze haben 24 mm Durchmesser und sind von Mitte zu Mitte 118,3 mm von einander entfernt. Unterlagsplatten werden nur an de

ößen verwendet und zwar haben dieselben 175/175 mm Auf- erfläche, sind 12 mm dick und mit Rändern beiderseits ver- en. Dieselben haben je 3 runde Löcher und zwar innen 2, ßen 1, durch welche zur Befestigung der Schienen Schwellen- rauben eingeschraubt werden. Die Schwellenschrauben sind i1 mm lang (mit Kopf) und im Schaft 19 mm stark.

Die mit Kreosot getränkten Eisenschwellen sind 2,50 m ng, 26 cm breit und 14—16 cm hoch; dieselben sind bei 0 Stück auf die Schienenlänge von 9 m so vertheilt, daß die stoßschwellen 607 mm, die nächsten 750, die folgenden 950 mm nd die übrigen 1,0 m von Mitte zu Mitte von einander ab- iegen.

Das Material und Gewicht dieses Oberbaues stellt sich für eine Schienenlänge von 9,0 m wie folgt zusammen:

2 Schienen von 9,0 m Länge	je	332,10 kg	=	664,20 kg
2 Innenlaschen	„	4,935 „	=	9,870 „
2 Außenlaschen	„	0,972 „	=	18,144 „
4 Laschenbolzen	„	0,738 „	=	2,952 „
4 Unterlagsplatten (in grader Linie)	„	2,654 „	=	10,616 „
60 Schwellenschrauben	„	0,34 „	=	20,400 „
Im Ganzen			=	726,182 kg
oder 1 lfd. m Gleis			=	80,687 „

§ 3. Der Stahlschienen-Oberbau nach Abb. 115 eigt für Schienen und Laschen denselben Querschnitt und die- elben Abmessungen, wie der Holzschwellen-Oberbau. Als Quer- chwellen sind zwei Arten in Gebrauch, die älteren mit dem Querschnitt der Direction Elberfeld (Seite 52), welche 2,40 m ang, 230 mm breit und 75 mm hoch sind, bei 9 mm Metall- tärke 50 kg wiegen und die neueren, mit dem in Abb. 116 egebenen Querschnitt, welche 2,70 m lang, 263 mm breit, 0 mm hoch sind und bei 8 mm Metallstärke, mit Kopfver- chluß versehen, 70,96 kg wiegen. Bei der älteren Bauweise nd die Schwellen seitlich nach 1 : 20 aufgebogen. Die Befestigung esteht nach Abb. 115 aus Klemmplättchen und Hakenschrauben, rstere 0,361 und letztere 0,102 kg das Stück schwer. Die Klemmplättchen stützen sich außerhalb auf 60 mm lange Schluß- tücke, welche mit einem 20 mm langen Ansatze in die Löcher er Schwelle fassen und bei verschiedener Stärke dazu dienen, ie Spurweite zu regeln. Je zwei zusammengehörige

Schlußstücke wiegen bei einer Gesammtdicke von 35 mm = 0,267 kg.

Abb. 115.

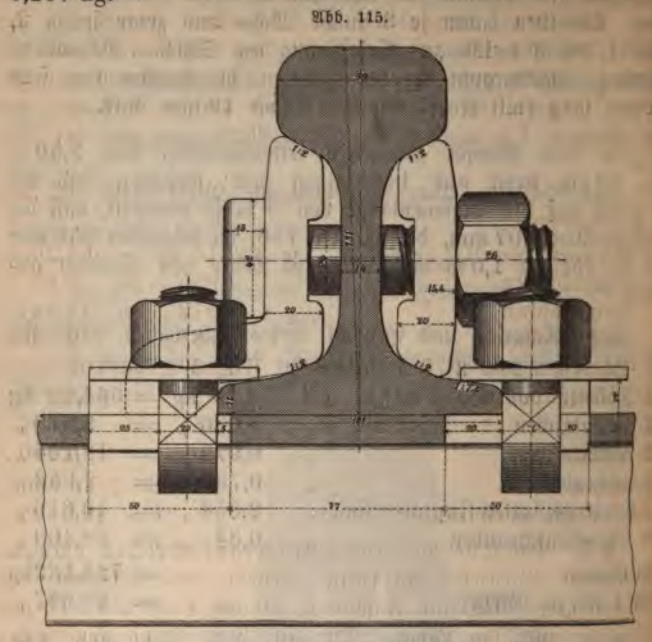


Abb. 116.

§ 4. Der Oberbau mit Haarmann'schen Hakenplatten verwendet dieselben Schienen, Laschen und Bolzen des Holzschwellen-Oberbaues und ist in seiner sonstigen Anordnung der im Direktionsbezirk Hannover ausgeführten Bauweise voll-

nmen gleich, so daß auf eine nochmalige Beschreibung hier rzichtet werden kann. Die Vertheilung der auf einer Schienenage von 9 m verwendeten 10 Schwellen geschieht in der eise, daß die Schwellen zunächst dem Stoß 590 mm von litte zu Mitte von einander abliegen, die nächsten liegen von esen 760 mm, die folgenden von den vorigen 950 mm und e übrigen 1,0 m von Mitte zu Mitte von einander entrnt.

Das Gewicht einer Schienenlänge Gleis stellt sich wie olgt zusammen:

2 Schienen von 9,0 m Länge	je	332,10 kg	=	664,20 kg
2 Innenlaschen	„	4,935 „	=	9,87 „
2 Außenlaschen	„	9,072 „	=	18,144 „
4 Laschenbolzen	„	0,738 „	=	2,925 „
10 Schwellen von 2,70 m Länge	„	70,96 „	=	709,600 „
20 Hakenschrauben	„	1,820 „	=	36,400 „
20 Deckplättchen durchschnittlich	„	0,48 „	=	9,600 „
20 Hakenplatten	„	0,30 „	=	6,000 „
Zusammen			=	1456,766 kg
oder der lfd. m Gleis			=	161,862 „

§ 5. Der Oberbau für Landstraßenstrecken normaler Spurweite (Bauart Hartwig) besteht aus Schienen von 180 mm Höhe, 120 mm Fußbreite, 50 mm Kopfbreite, 10 mm Stegstärke und 9 m Länge. Die zur Verwendung kommenden Winkellaschen sind 610 mm lang, 150 mm hoch und 6 mm dick, ie werden durch 8 Schraubenbolzen von 20 mm Durchmesser. efestigt. Zur Erhaltung der Spurweite dienen Spurstangen, on denen je eine 1,5 m vom Stoß und eine in der Mitte er Schiene angebracht sind und welche unter Benutzung keilörmiger Unterlagsplatten unter den Bolzenmuttern zugleich die chienenneigung richtig erhalten.

Anzahl und Gewicht des zu einer Schienenlänge nöthigen isenzeuges stellt sich wie folgt zusammen:

2 Schienen von 9,0 m Länge	je	327,42 kg	=	654,84 kg
4 Winkellaschen von 610 mm Länge	„	15,7 „	=	62,80 „
8 Laschenschrauben	„	0,46 „	=	3,68 „
3 Querbindungen mit je 4 Muttern	„	7,60 „	=	22,80 „
2 Unterlagsplatten dazu	„	0,411 „	=	4,93 „
ewicht für eine Schienenlänge Gleis			=	749,05 kg
er für 1 lfd. m			=	83,23 „

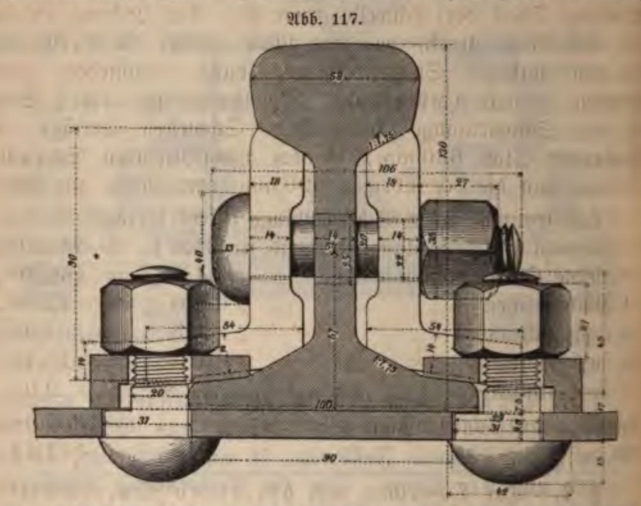
Bezüglich einer weiteren Beschreibung dieser Bauweise wird auf die auf Seite 33 angegebene Quelle verwiesen.

7. Oberbau der Hessischen Ludwigsbahn.

§ 1. Es kommen zur Verwendung:

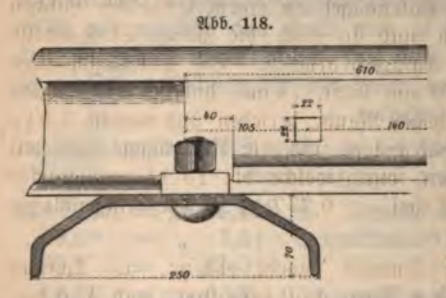
1. Für stark befahrene Strecken: Breitfüßige Stahlschienen auf eisernen Querschwellen (Abb. 117 und 118).

Abb. 117.



2. Für wenig befahrene Strecken: Breitfüßige Schienen auf hölzernen Querschwellen.

Abb. 118.



Die Schienen sind für beide Oberbauarten dieselben, aus Bessemerstahl gefertigt, 7,5 m lang, 130 mm hoch, mit einer Laschenanlage von 1 : 1,75 versehen und 35,6 kg Gewicht auf 1 lfd. m. Die Winkellaschen sind beiderseits 610 mm lang, die mittleren Löcher 120, die äußern von ihnen 140 mm entfernt. Der Fuß der Laschen ist an den Enden ausgeklinkt (Abb. 118) und stemmt sich derselbe zur Verhinderung des Wanderns gegen

: Deckplättchen, ohne die zweite Stoßschwelle zur Verhütung gen das Wandern mit heranzuziehen. Die Befestigung der chienen auf den Querschwellen geschieht durch Deckplättchen ad Fußschrauben, welch letztere behufs Regelung der Spurweite nter dem Kopfe mit einem excentrischen Ansatze versehen sind.)ie eiseren Querschwellen sind 2,50 m lang und zur Erzielung er Schienenneigung in der Auflagerfläche schräg gewalzt, so daß er übrige Theil der Schwelle grade ist. Die Lochung ist bei llen Schwellen gleich, da, wie schon gesagt, die Herstellung er etwa nöthigen Spurerweiterung durch verschiedene Fußschrauben bewirkt werden kann. Die Entfernung der 9 Stück auf die Schienenlänge kommenden Schwellen beträgt am schwebenden Stoß 680 mm, die der nächstliegenden Schwellen 765 mm und die der übrigen 890 mm von Mitte zu Mitte.

Das Gewicht einer Schienenlänge Gleis beträgt:

2	Schienen je 7,50 m lang für 1 lfd. m	35,6 kg	=	534,00 kg
9	eiserne Querschwellen	je 51,8 „	=	466,20 „
4	Winkellaschen	„ 8,0 „	=	32,00 „
8	Laschenschrauben	„ 0,5 „	=	4,00 „
36	Fußschrauben	„ 0,43 „	=	15,48 „
36	Deckplättchen	„ 0,25 „	=	9,00 „
	Gewicht einer Schienenlänge Gleis		=	1060,68 kg
	oder auf 1 lfd. m		=	141,42 „

§ 2. Der Oberbau mit hölzernen Querschwellen erwendet dieselben Schienen, Winkellaschen und Laschenschrauben, wie der vorige, nur sind die Laschen am Fuße etwas anders usgeklinkt, so daß die Hakennägel an einem Ende der Laschen urch den Fuß greifen und so auch die zweite Stoßschwelle egen das Wandern in Anspruch nehmen. Die Unterlagsplatten nd 180 mm lang, 170 mm breit, 14 mm dick, an der Außenite mit einem 5 mm hohen Rande versehen und wiegen 3,5 kg as Stück. Für die Hakennägel sind die Unterlagsplatten mit Stück Löchern versehen, durch welche die 13/15 mm starken nd 170 mm langen Nägel, je 0,277 kg schwer, eingeschlagen erden.

Zur Verwendung kommen sowohl eichene, als kieferne uerschwellen, die 2,50 m lang, 250 mm breit und 150 mm ick sind. Erstere werden roh verlegt, letztere mit Quecksilberublimat getränkt. Die Entfernung der Schwellen ist dieselbe, ie beim Oberbau mit eisernen Querschwellen. Bei Ver-

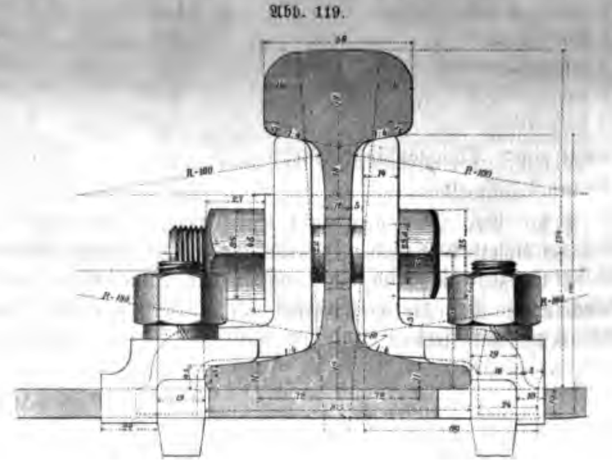
wendung eichener Schwellen erhalten in graden Strecken nur d Stoßschwellen Unterlagsplatten, während in Krümmungen vo 300—600 m Halbmesser außerdem noch 4 Unterlagsplatte in Krümmungen von 600—1200 m noch 2 Unterlagsplatte auf die mittleren Schwellen gelegt werden. Werden theil eichene, theils kieferne Schwellen verwendet, so sollen im grade Gleise auf 5 eichene 4 kieferne Schwellen kommen, Krümmungen aber nur eichene Schwellen verlegt werde Nur in Nebengleisen sind ausschließlich kieferne Schwellen benutzen.

Für Nebenbahnen sind besondere Bauweisen nicht im G brauch.

8. Oberbau der Pfälzischen Eisenbahn.

§ 1. Der Oberbau für Hauptbahnen besteht aus Stah schienen mit eisernen Querschwellen (Abb. 119 und 120). D

Abb. 119.



Schienen sind 8,0 m lang, 134 mm hoch, mit Laschenanlage 1 : 4 versehen und auf 1 m 34 kg schwer. Die gebräuchliche Winkellaschen haben eine Länge von 500 mm und wiegen 8,0 kg Die Lochung derselben ist in der Mitte in 100 mm, außen i 130 mm Abstand. Die Befestigung zwischen Schiene un Schwelle geschieht mittels Klemmplatten und Hakenschraube Die Festlegung der Spur geschieht durch die Verschiedenheit d *Breite* der Ansätze an den Klemmplatten. Die Schwelle i

vollkoffrig, jedoch mit wechselndem Querschnitt versehen, ähnlich der Schwelle des Directionsbezirks Magdeburg. Die Querschnittsformen sind in Abb. 120 dargestellt und giebt a den Querschnitt außerhalb des Schienenlagers, b denjenigen innerhalb desselben, c den Schnitt durch die Mitte der Schwelle und d einen Schnitt 453 mm von der Mitte der Schwelle entfernt. Die Auflagerplatte der Schiene ist gleich mit in richtiger Neigung gewalzt.

Abb. 120.

Auf die Schienenlänge kommen 9 Schwellen, die so verteilt sind, daß die Stoßschwellen 560 mm, die folgenden 840 mm und die übrigen 960 mm von Mitte zu Mitte auseinander liegen. Das Gewicht eines Gleisstückes von 8,0 m Länge beträgt:

2 Schienen von 8,0 m Länge für 1 m	= 34	kg	=	544,00 kg
4 Winkellasche	je 8	„	=	32,00 „
8 Laschenschrauben m. Unterlagsscheiben	je 0,53	„	=	4,24 „
9 eiserne Schwellen	„ 52,0	„	=	468,00 „
36 Fußschrauben	„ 0,3	„	=	10,80 „
36 Deckplättchen dazu	„ 0,33	„	=	11,88 „
36 federnde Unterlagsringe	„ 0,014	„	=	0,51 „
Gewicht einer Schienenlänge Gleis			=	1071,43 kg
oder ein lfd. m Gleis			=	133,93 „

§ 2. **Der Oberbau für Hauptbahnen mit hölzernen Querschwellen** stimmt in den Schienen, Laschen und Laschenbolzen mit dem vorbeschriebenen überein. Die Schwellen werden aus rohem Eichenholz oder aus Kiefernholz hergestellt und im letzteren Falle mit Quecksilbersublimat, Creosot oder Chlorzink getränkt. Dieselben sind 2,50 m lang, 270 mm breit und 160 mm dick, werden an der Auflagerstelle nach 1 : 20 gehobelt und mit eisernen Unterlagsplatten 195 mm lang, 160 mm breit und 10 mm dick versehen, die einen äußeren Rand von 8 mm Höhe haben und 2,8 kg schwer sind. Die Unterlagsplatten haben 3 Löcher, durch die an der äußeren Seite der Schiene ein, an der *inneren Seite* zwei Hakennägel von 14 . 17 mm

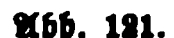
Stärke, 165 mm Länge und 0,31 kg Gewicht getrieben werden. Die Vertheilung der Schwellen ist wie bei dem Oberbau mit eisernen Querschwellen und wird jede der hölzernen Schwellen in graden, wie in gekrümmten Linien, mit Unterlagsplatten versehen.

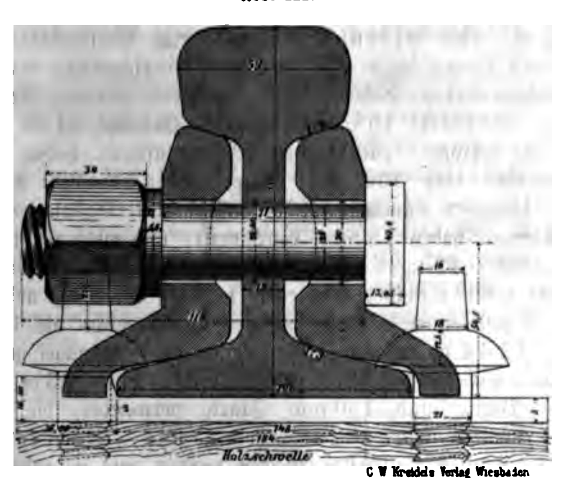
§ 3. Für Nebenbahnen wird eine Breitfußschiene von geringeren Abmessungen auf hölzernen Querschwellen verwendet, deren Länge 8,0 m, Höhe 105 mm, Fußbreite 90 mm, Kopfbreite 52 mm, Stegstärke 10 mm und deren Gewicht 24,98 kg auf 1 lfd. m beträgt. Die Laschen (Winkellaschen) haben 1 : 2,5 Anlagefläche, sind 400 mm lang und 4,13 bez. 4,31 kg schwer; dieselben stämmen sich gegen die Unterlagsplatten. Die Laschenbolzen haben 18 mm Durchmesser und wiegen mit Unterlagsscheiben 0,32 kg. Die Unterlagsplatten sind 160 mm lang, 150 mm breit, 8 mm dick, wiegen 1,26 kg das Stück und haben außen 1 und innen 2 Nagellöcher, durch welche die 150 mm langen, 12/14 dicken und 0,20 kg schweren Hakennägel getrieben werden. Es werden kieferne Schwellen von 2,3 m Länge, 0,20 m Breite und 150 mm Stärke verwendet, die an den Auflagerflächen nach 1:20 behobelt sind. Unterlagsplatten werden auf allen Schwellen in den graden, wie in gekrümmten Gleisen verwendet. Die Vertheilung der 9 Schwellen auf die Schienenlänge ist so bewirkt, daß sie am Stoß 530 mm von Mitte zu Mitte, dann 885 mm und die übrigen 950 mm von einander abliegen.

9. Oberbau der Mecklenburgischen Friedrich-Franz-Eisenbahn.

§ 1. Der Querschnitt des Oberbaues ist in Abb. 121 dargestellt. Die Schienen sind 7,5 m lang und wiegen 34,5 kg auf 1 lfd. m. Die Winkellaschen haben beide eine Länge von 540 mm und sind so gelocht, daß die mittleren Bolzenlöcher 108 mm, die äußeren von diesen 156 mm von einander abstehen. Die Unterlagsplatten sind 192 mm lang, 184 mm breit, wiegen 2,70 kg und haben 4 runde Löcher, in welche Schwellenschrauben von 155 mm Länge eingesetzt werden. Die ausschließlich zur Verwendung kommenden kiefernen Querschwellen sind mit Zinkchlorid getränkt, 2,51 m lang, 262 mm breit und 157 mm dick. Unter einer Schienenlänge sind bei Anwendung schwebenden Stoßes 9 Querschwellen verlegt, deren Entfernung von einander

Stoß 732 mm, ferner bei den Schwellen vom Stoß nach Mitte zu 744, 820, 890 und 980 mm beträgt. In den den Gleisen sind auf den Stoßschwellen und der Schwelle in


Abb. 121.



C W Kreidels Verlag Wiesbaden

der Schienenmitte Unterlagsplatten verlegt, in den Krümmungen unter 800 m erhalten 4 Schwellen Unterlagsplatten. Das Gewicht des Eisenwerkes dieses Oberbaues beträgt für eine Schienenlänge von 7,5 m Gleis:

2 Schienen	je	258,75 kg	=	517,50 kg
4 Winkellaschen	"	8,40 "	=	33,60 "
8 Laschenbolzen	"	0,90 "	=	7,20 "
8 federnde Unterlagsringe	"	0,022 "	=	0,176 "
6 Unterlagsplatten	"	2,70 "	=	16,200 "
6 Schienenschrauben	"	0,35 "	=	12,60 "
ewicht des Eisenwerks für 1 Schienenlänge			=	587,266 kg
er für einen lfd. m Gleis			=	78,30 "

10. Oberbau der Oldenburgischen Staatsbahnen.

Der neueste Oberbau dieser Eisenbahn-Verwaltung gleicht njenigen des Preußischen Normal-Oberbaues vom Jahr 1885. darf daher auf die Beschreibung desselben verwiesen werden.

11. Oberbau der K. K. Oesterreichischen Staatseisenbahnen.

§ 1. Die jetzt gebräuchlichen Oberbauarten unterscheiden sich in:

1. Für Bahnen I. Ranges:

a. Stahlschienen System X mit eisernen Querschwellen, Bauart Heindl.

b. Stahlschienen System X mit hölzernen Querschwellen.

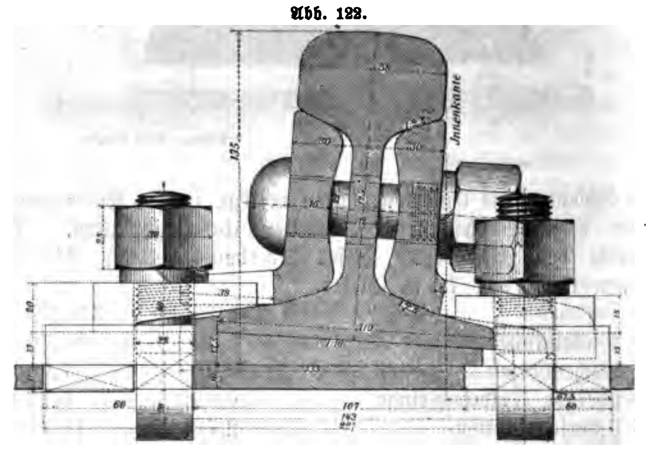
2. Für Bahnen II. Ranges:

a. Stahlschienen System XI mit eisernen Querschwellen, Bauart Heindl.

b. Stahlschienen System XI mit hölzernen Querschwellen.

§ 2. Bezüglich der einzelnen Anordnungen der Bauart Heindl kann auf die auf Seite 85 gegebene Beschreibung verwiesen und möge hier unter Hinweis auf die Abb. 122—124 nur bemerkt werden, daß die Schwellen 2,40 m

Abb. 122.



lang sind und die Entfernung derselben am Stoß 500 mm, die der folgenden von diesen 800 mm und die der übrigen Schwellen 900 mm beträgt, so daß auf eine Schienenlänge von 7,5 m 9 Schwellen kommen. Die beiden Bauweisen I und II des eisernen Oberbaues unterscheiden sich nur durch die Gewichte der Schienen. Erstere sind 125 mm hoch und wiegen 35,3 kg (Abb. 122) und letztere sind 120 mm hoch und wiegen 31,72 kg der lfd. m (Abb. 125). Die Fußbreiten sind bei beiden Schienenseiten gleich = 110 mm. Das Gewicht einer Schienen-

der erwähnten beiden Oberbauarten stellt sich wie folgt
nen:

Abb. 123.

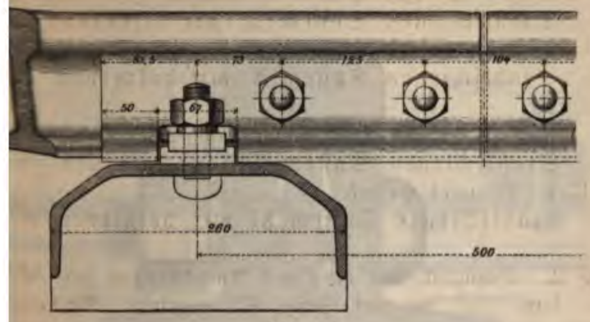
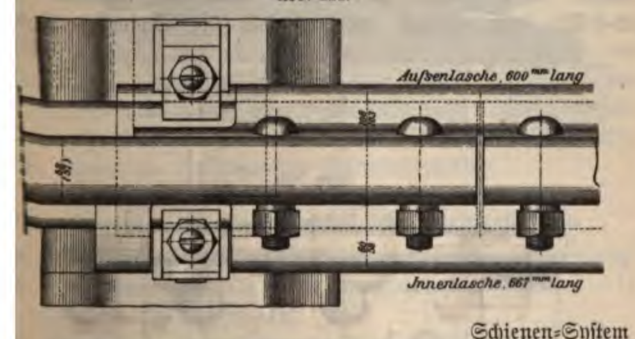


Abb. 124.



		Schienen-System X	Schienen-System XI
		kg	kg
Stahlschienen von 7,5 m Länge		529,50	475,80
lußeiserne Schwellen 2,40 m lang	je 75,5 kg	643,50	643,50
äußere Winkellaschen	„ 7,8 „	15,60	15,60
innere „	je 10,65 „	21,30	21,30
Laschenschrauben	„ 0,57 „	4,54	4,54
keilförmige Unterlagsplatten	„ 1,35 „	24,30	24,30
Fußschrauben	„ 0,504 „	18,14	18,14
äußere Klemmplatten	„ 0,30 „	5,40	5,40
innere „	„ 0,222 „	4,00	4,00
Beilagen mit Ansätzen		12,78	12,78
hin für 1 Schienenlänge im Ganzen		1291,68	1237,98
für 1 lfd. m Gleis		172,22	164,86

§ 3. Der Oberbau mit Holzschwellen unterscheidet sich in beiden Bauarten auch nur durch die Schiene, alle übrigen Theile sind dieselben. Die Abb. 125, 126 und 127

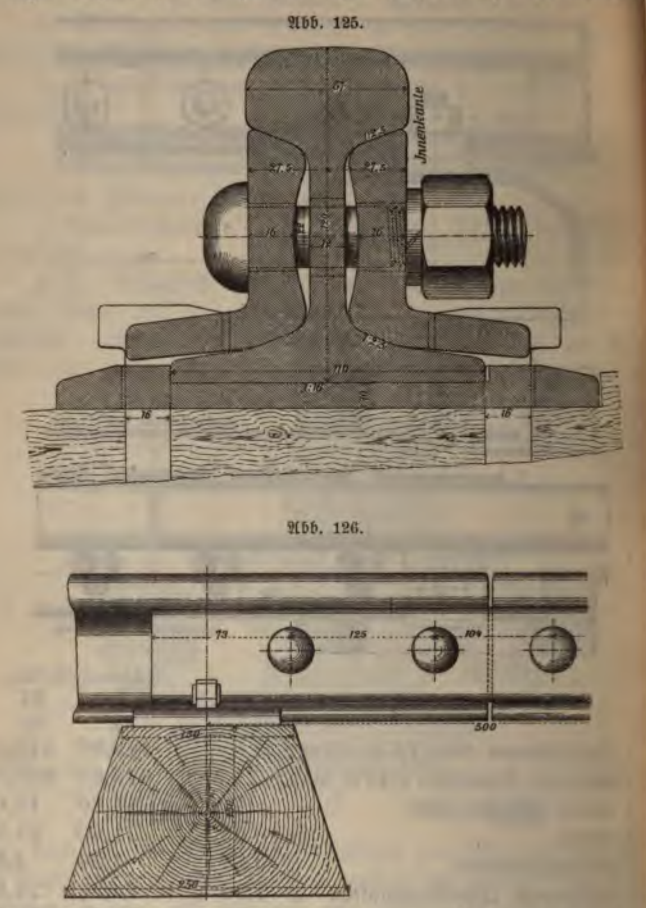


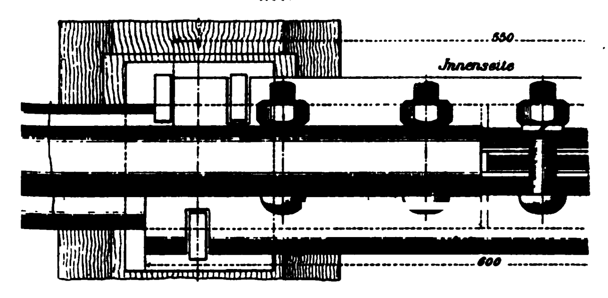
Abb. 125.

Abb. 126.

lassen die weiteren Einzelheiten erkennen und braucht nur dazu nachgefügt zu werden, daß die Laschen außen 600 mm lang und 8,18 kg schwer, innen 550 mm lang und 7,55 kg schwer sind, die Unterlagsplatten bei 190/130 mm Fläche je 2,06 kg wiegen und die Hakennägel bei 16/16 mm Querschnitt und 155 mm Länge 0,33 kg das Stück schwer sind. Die Schwellen haben

ı Länge bei 150/250 mm Querschnitt, sie bestehen aus
, Lärchen oder auch aus weichem Holz und werden mit
·orid imprägnirt. Die Schwellenteilung ist genau, wie


Abb. 127.



ꝛer eisernen Schwellen. In graden Gleisen und Bögen
800 m Halbmesser werden bei Eichen- und Lärchen-
llen nur auf den Stoßschwellen und in der Mitte der
nen, bei Schwellen aus weichem Holz außer auf den
chwellen auch auf 3 Mittelschwellen Unterlagsplatten ab-
ln. In Bögen von 300 m und kleinerem Halbmesser
en sämmtliche Holzschwellen Unterlagsplatten.

12. Oberbau der Oesterreichischen Nordwestbahn.

§ 1. Es kommen folgende Oberbauarten zur Anwendung:
1. Oberbau mit eisernen Langschwellen, Abb. 6—10
I (Bauart Hohenegger).
2. Oberbau mit hölzernen Querschwellen, Abb.
-130.
3. Oberbau mit Unterlagsspannplatten, Abb. 131
32.

Die Bauweise unter 1. hat eine Schiene von 125 mm
Kopfstärke von 57 mm, Fußbreite von 90 mm und wiegt
00 m Länge 29,2 kg auf 1 lfd. m. Die Langschwelle
)75 m lang, 300 mm breit und 75 mm hoch, vollkoffrig
at an beiden Seiten der Oberfläche Rippen, gegen welche
mige Klemmplatten treten, die, zweiseitig keilförmig gestaltet,
ischenstehende Schiene an beiden Seiten des Fußes fest-
Die Schienenlaschen sind 500 mm lang, an der Innen-
infach, an der Außenseite Winkellaschen mit einem oberen
: Die Schwellenlasche ist der Unterfläche der Lang-

schwelle entsprechend geformt und wird mit ihr durch 6 Schra verbunden; sie hat eine Breite von 426 mm und eine L von 400 mm. In Entfernungen von 2,98 m bezw. 3,0 sind Querverbindungen aus Winkeleisen angebracht, welche den Schwellenlaschen und Satteleisen durch Bolzen verbu sind. Schwellen und Schienenstoß fallen zusammen. D Bauweise ermöglicht, ohne daß eine Verrückung der Langschi erforderlich wird, innerhalb kleiner Grenzen eine genaue S einstellung. Das Gewicht einer Schienenlänge des Oberb stellt sich wie folgt zusammen:

2	Flußstahlschienen, 9 m lang	je	262,8	kg	=	525,6
2	flußeiserne Schwellen, 8,975 m lang	„	262,0	„	=	524,0
4	Querverbindungen aus Winkeleisen				=	108,0
2	Winkellaschen	„	11,60	„	=	23,2
2	Innenlaschen	„	5,0	„	=	10,0
2	Schwellenlaschen	„	16,0	„	=	32,0
4	Sattellaschen	„	4,78	„	=	19,1
2	Klemmlaschen	„	2,88	„	=	5,7
8	Klemmplättchen, das Paar		0,64	„	=	2,5
36	Klemmplättchen	„	0,51	„	=	9,1
8	Laschenbolzen	„	0,60	„	=	4,8
20	Schwellenbolzen	„	0,50	„	=	10,0
16	Querwinkelbolzen	„	0,40	„	=	6,40
36	Schienenbolzen	„	0,35	„	=	12,60
8	Sicherheitsplättchen	„	0,08	„	=	0,64
36	„ „	„	0,07	„	=	2,52
36	„ „	„	0,04	„	=	1,44
	Gewicht einer Schienenlänge Gleis				=	1297,82
	oder 1 lfd. m Gleis				=	144,20

§ 2. Der Oberbau mit hölzernen Querschwel (Abb. 128—130) hat 9 m lange Schienen mit Winkellasch von denen die äußere 700 mm, die innere 640 mm lang Die Unterlagsplatten haben eine Auflagerfläche von 200/140 und innen 2, außen 1 Nagelloch, durch welche 8 eckige, 18 starke und 160 mm lange Hakennägel in vorgebohrte Lö der Schwellen eingetrieben werden. Die hölzernen Schwe sind 2,50 m lang, 250 mm breit und 150 mm hoch. Stoß liegen die Schwellen 600 mm von Mitte zu M

n 810, 830, 840, 850 und 860 mm von einander ernt.

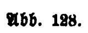


Abb. 128.

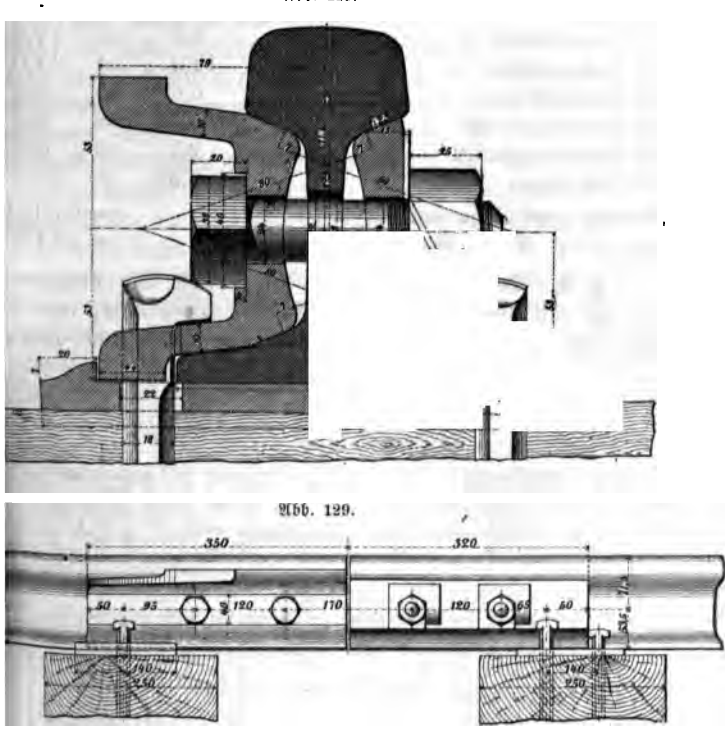
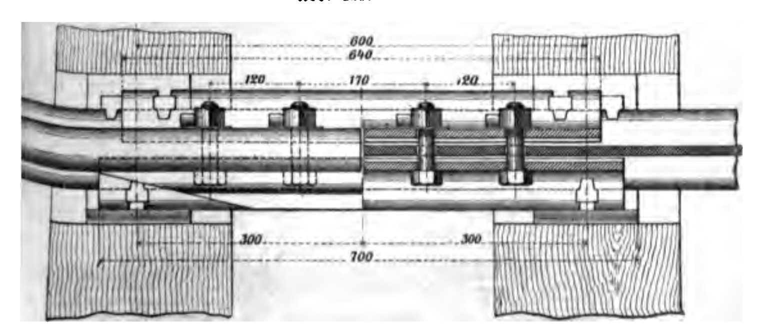


Abb. 129.

Abb. 130.



Das Gewicht des Eisenwerkes einer Schienenlä
sich zusammen:

2 Schienen von 9,0 m Länge	je 297 kg	=
2 Innenlaschen	„ 8,7 „	=
2 Außenlaschen	„ 12,0 „	=
8 Laschenbolzen	„ 0,6 „	=
8 Unterlagsbleche	„ 0,07 „	=
22 Unterlagsplatten	„ 2,1 „	=
66 Hakennägel	„ 0,38 „	=
Gewicht einer Schienenlänge Gleis		=
oder für 1 lfd. m Gleis		=

§ 3. Der Oberbau mit hölzernen Quers
ist auch mit **Unterlagsspannplatten** ausgeführt,
131 und 132 darstellen. Die 348 mm lange und

Abb. 131.

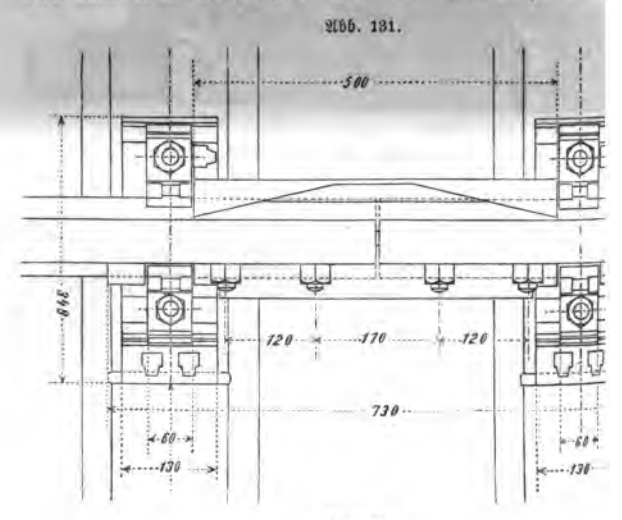
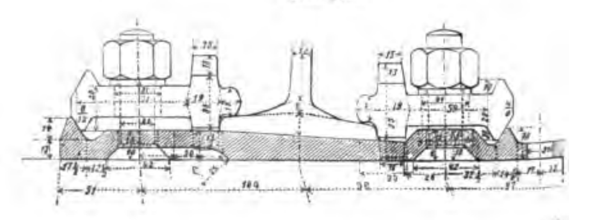


Abb. 132.



:rlagsplatte hat dieselben Ränder, wie die Oberplatte hwellen-Oberbaues, gegen die sich keilige Deckplättchen daß durch das mehr oder mindere Angreifen, auch Wechseln und gegenseitige Vertauschen der ungleich- mten Plättchen jede gewünschte Aenderung der Spur- igeführt werden kann. Durch Schraubenbolzen werden ıttchen auf den Schienenfuß geklemmt, und sicher ein- während die Unterlagsplatten auf der inneren Seite ıd außen durch 1 Hakennagel auf der Schwelle fest- erden. Außerdem ist die Unterlagsplatte noch mit en in die Schwelle eingelassen, wodurch eine größere gegen seitliche Verschiebungen erzielt wird. Diese bezweckt eine unverrückbare Einspannung des Schienen- e die Möglichkeit, jede gewünschte Spurweite während des ohne Umnagelung herzustellen, sowie ferner den Haken- e große Widerstandsfähigkeit gegen das Kippen der zu verleihen. Falls die Unterlagsplatte sich als g erweist und sie durch die Last der Schiene, nicht :n wird, dürfte diese Befestigungsweise, da das für len so nachtheilige Umnageln vermieden wird, den- ı schon durch ihre größeren Abmessungen eine wesent- :e Dauer sichern, als bei Verwendung gewöhnlicher latten.

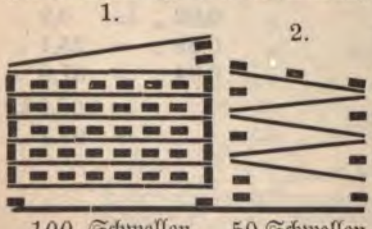
Gewicht des Eisenwerkes einer Schienenlänge von 9 m rbaues stellt sich zusammen:

en von 9 m Länge	je 297 kg	=	594,0 kg
laschen	„ 8,7 kg	=	17,4 „
laschen	„ 12,0 „	=	24,0 „
ıbolzen	„ 0,6 „	=	4,8 „
agsbleche	„ 0,07 „	=	0,6 „
agsspannplatten	„ 5,1 „	=	112,2 „
ıbenbolzen	„ 0,5 „	=	22,0 „
ags-Federringe	„ 0,02 „	=	0,9 „
ıägel	„ 0,38 „	=	25,1 „
ittchen	„ 0,84 „	=	37,0 „
		=	838,0 kg
. lfd. m Gleis		=	93,1 „

b. Die Herstellung des Gleises.

1. Die Anlieferung und Lagerung der Materialien.

§ 1. Die Anlieferung der Materialien erfolgt bei neuen Strecken auf dem Bahnhofe oder an der Stelle, von wo aus die Abzweigung der neuen Linie erfolgt, bei Gleiseneubauten bestehender Strecken auf dem nächst gelegenen Bahnhofe. Beim Abladen der Schienen von den Bahnwagen ist vorsichtig zu Werke zu gehen, es müssen dieselben in der Weise herunter geschafft werden, daß 2 Schienen schräg an den Wagen gestellt und auf der so hergestellten schiefen Ebene jede Schiene einzeln herabgeschoben wird. Jedes Abwerfen und Fallenlassen der Schienen ist verboten. Wenn man die Schienen zum Umbau vorhandener Gleise gleich auf die Strecke fahren kann, so geschieht das Abladen in der Weise, daß sie einzeln an der Kopfseite des Wagens herausgezogen und herunter gehoben werden. Müssen die Schienen durch Arbeiter auf kurze Entfernungen getragen werden, so sind dazu zweckmäßig Schienenzangen zu verwenden. Nur in Ermangelung derartiger Geräthe dürfen die Schienen auf den Schultern der Leute befördert werden, doch ist dabei große Vorsicht insbesondere beim Niederlegen der Schiene zu beachten, damit weder Arbeiter beschädigt, noch die Schiene verbogen wird. Die Schienen sind bei der Aufstapelung derartig zu lagern, daß die Luft zwischen den einzelnen Lagen durchstreichen kann, da sonst die Schienen rosten. Ferner soll die Lagerung so erfolgen, daß die Schienen nicht windschief oder krumm werden. Man richtet es deshalb am besten so ein, daß die Schienen nur an 2 Stellen, die etwa um $^{1}/_{6}$ der Länge von den Schienenenden abliegen, unterstützt werden. Die eisernen Schwellen sind ebenfalls vorsichtig abzuladen, so daß sie nicht verbogen oder beschädigt werden; die Stapelung muß zur Vermeidung von Rostbildungen ebenfalls luftig geschehen.



Die Holzschwellen können beim Abladen zwar abgeworfen werden, doch muß hierbei ordnungsmäßig und nicht wild verfahren werden. Die Aufstapelung derselben ist besonders luftig aufzuführen und zwar entweder so, daß auf dem trocknen

boden (nasse Stellen sind zu vermeiden) zunächst 2 Schwellen bei 1. und darüber die anderen von je 8 Stück, die oberste hicht geneigt, aufgestapelt werden, oder die Lagerung wie bei erfolgt. Die **Weichenschwellen** sind getrennt zu halten, ch ihre Längen an jedem Kopfende mit Oelfarbe anzuschreiben. n dem Kleineisenzeug sind die Bolzen, Klemmplatten, Unterplatten, Klemmringe und Nägel unter allen Umständen, die dern Stücke wenn möglich ebenfalls in bedeckten und trocknen umen aufzubewahren.

§ 2. Die **Abnahme der Materialien** nach Menge d Gewicht wird in einzelnen Fällen den Bahnmeistern überagen und sind dann dabei die besonders vorgeschriebenen Beagungen zu beachten.

Das **Verfahren des Oberbau-Materials** geschieht im Umbau bestehender Gleise, wie bereits bemerkt, meist unittelbar nach der Anlieferung, indem dasselbe ohne Umladung rch besondere Locomotiven auf die Strecke befördert, hier an rt und Stelle des bevorstehenden Umbaues abgeladen und eich richtig vertheilt wird. Hierbei muß man sich schon ır darüber sein, in welcher Weise man den Umbau des leises bewirken will, und danach die neuen Schienen bei zweieisigen Strecken entweder in die Mitte zwischen beide Gleise er an die Seite des Planums setzen. Das Abladen und ie Lagerung der Querschwellen erfolgt unter gleichen Gesichtsuncten. Das Kleineisenzeug wird besser nur in der Nähe von ärterbuden abgeladen und aufgestapelt, damit es stets überacht wird. Beim **Bau neuer Gleise** geschieht das Hinausefördern der Materialien in der Weise, daß die damit beıdenen Wagen von der Locomotive geschoben werden, und zwar ommen die mit Schienen beladenen Wagen zuerst, dann inige Wagen mit Schwellen dann folgt ein Wagen mit Kleinisenzeug, darauf die sonstigen Arbeitswagen (Kies, Schotter) und ndlich die Locomotive.

2. Die Absteckung des Gleises sowie die sonst zu beachtenden Abmessungen.

§ 1. Bezüglich der Absteckung der Richtung und Höhenage des **neuzubauenden** Gleises wird auf Abschnitt V 4 u. 5 es ersten Theiles verwiesen; beim Umbau **vorhandener** Gleise wird dessen Richtung und Höhenlage vor dem Abbruch desselben

durch besondere Pfählevermerkt, falls man durch Seitenmaße von dem Nachbargleise nicht ohne Weiteres die Lage des neuen Gleises festlegen kann. Der Uebergang von den Graden zu den Bögen und umgekehrt wird nach Seite 147—148 des 1. Theiles vermittelt.

§ 2. Die Höhenlage der beiden Schienen eines Gleises soll in graden Strecken gleich sein, in Bögen soll jedoch die äußere, d. h. die vom Mittelpunkt des Bogens entferntere Schiene höher gelegt werden, als die innere Schiene, um dadurch der Wirkung der Fliehkraft der schnell fahrenden Züge entgegen zu wirken, auch den Angriff, den die äußere Schiene durch das Anfahren der Räder zu erleiden hat, möglichst zu mildern. Das Maaß der Ueberhöhung der äußeren Schiene eines Bogens richtet sich im Allgemeinen nach der Geschwindigkeit, mit welcher das Gleis durchfahren wird, sowie nach dem Halbmesser des Gleisebogens. Da die Geschwindigkeit aber je nach der Fahrtrichtung (bergauf oder bergab), sowie nach der Gattung der Züge verschieden ist, so muß man zu Mittelwerthen greifen, und ist für Hauptbahnen die Formel $\frac{4000}{r}$ = Ueberhöhung in Millimeter vielfach in Gebrauch. Danach erhält man, wenn

Rm =	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000	1100	1200	1500	2000	3000
Überhöhung mm	130	110	100	90	80	75	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	10

Diese Maaße gelten, wenn die Bahn wagerecht oder in einem Gefälle von nicht mehr als 1 : 400 liegt. Ist das Gefälle jedoch stärker, so vergrößert man das Maaß der Ueberhöhung entsprechend. Das Maaß von 150 mm darf jedoch niemals überschritten werden. Bei zweigleisiger Strecke wird man bei Steigungen dem von den Zügen **bergan** befahrenen Gleise die Ueberhöhung noch der Tabelle, dem **bergab** befahrenen jedoch eine entsprechend größere Ueberhöhung, etwa $^1/_4$ mehr, geben müssen. Die ganze Ueberhöhung soll am Anfang des Bogens bereits vorhanden sein und der Auslauf der überhöhten Schiene bis auf mindestens das 500 fache der Ueberhöhung ausgedehnt werden, also bei 60 mm Ueberhöhung z. B. 60 . 500, mindestens 30 m betragen; besser ist es, man nimmt etwas mehr.

Bei der Schienenüberhöhung behält die innere Schiene die *normale* Lage, während die äußere überhöht werden soll. Bei

zweigleisigen Strecken muß man jedoch, der Wege-Uebergänge wegen, die beiden mittleren Schienen in gleiche Höhe bringen und die dem Mittelpunct des Kreises am entferntesten liegende Schiene erhöhen, sowie die zunächst liegende senken.

§ 3. Für Nebenbahnen mit einer Zuggeschwindigkeit von höchstens 30 km die Stunde wird folgende Tabelle nach der Formel $\frac{10600}{r}$ = Ueberhöhung in Millimeter empfohlen.

Rm =	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450
Ueberhöhung mm	106	85	71	60	53	47	42	38	35	30	27	24

Rm =	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1500	2000	3000
Ueberhöhung mm	21	18	15	13	12	11	10	9	7	5	4

§ 4. Nach § 7 der Techn. Vereinbarungen werden die Schienen nicht senkrecht auf die Schwelle gesetzt, sondern mit einer Neigung von 1 : 20 nach Innen. Nun beträgt bei Bögen von 550 mm Halbmesser nach der Tabelle in § 2 die Ueberhöhung der äußeren Schiene 75 mm; da nun die Schienen eines Gleises im Mittel 1500 mm auseinander stehen, so beträgt bei der Ueberhöhung von 75 mm die Neigung der Schwelle $\frac{75}{1500} = \frac{1}{20}$ also, grade so viel, als die Schienenneigung. Es kommt also in diesem Falle die innere Schiene lothrecht zu stehen. Bei noch kleinerem Halbmesser mit demgemäß größerer Ueberführung wird aber die Neigung, welche die Schwellen dadurch erhalten, größer als 1 : 20; die innere Schiene erhält dadurch aber eine Neigung, die über die Lothrechte nach Außen hinausgeht, d. h. dem Mittelpuncte des Gleises zu. Daher kommt es denn, daß, hauptsächlich wenn solche Strecken viel durch langsam fahrende schwere Güterzüge befahren werden, die innere Schiene das Bestreben zeigt nach Außen (d. h. nach dem Mittelpunct des Gleises zu) umzukanten. Man vermeidet diesen Uebelstand, indem man die innere Schiene von vornherein mehr als 1 : 20 nach Innen neigt und zwar so viel mehr (1 : 12 bis 1 : 10), daß trotz der Ueberhöhung noch eine Neigung der Schiene gegen die Lothrechte nach Innen erzielt wird. Bei bestehenden Gleisen mit Holzschwellen erreicht r [illegible]ieses dadurch, daß man die Auflager mit dem Dechsel

§ 5. Während das Lichtmaaß zwischen den Köpfen der beiden Schienen eines Gleises, *Spurweite* genannt, in graden Strecken und Längen von mehr als 1000 m Halbmesser überall gleich, nämlich 1,435 m sein soll, läßt man in Bögen von weniger als 1000 m Halbmesser Vergrößerungen desselben, *Spurerweiterungen*, zu, damit die durch die starren Gestelle der Wagen festgelegten Achsen und Räder beim Durchfahren der Bögen etwas Spielraum gewinnen. Diese Spurerweiterung soll nach den Techn. Vereinb. jedoch nicht größer sein, als 30 mm.

Bei den Preußischen Staats-Eisenbahn-Verwaltungen sind für die verschiedenen Halbmesser folgende Spurerweiterungen vorgeschrieben und zwar sowohl für Haupt- als für Nebenbahnen.

Halbmesser in m	150	180	200	280	350	400	500	600	700	800	900	1000
Spurerweiterung in Millimeter	28	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0

Die Spurerweiterung wird dadurch bewirkt, daß man die innere Schiene soviel weiter absetzt, so daß also die äußere Schiene genau die durch Grade und Bogen vorgeschriebene Lage behält. Die Spurerweiterung soll, wie die Ueberhöhung, beim Anfang des Bogens schon vorhanden sein und einige Schienenlängen vorher auslaufen.

§ 6. Beim Verlegen der Schienen muß je nach der *herrschenden Wärme der Luft ein Zwischenraum* zwischen 2 aneinander stoßenden Schienen gelassen werden, damit die Schienen bei steigender Wärme sich ungehindert ausdehnen können. Dieser Zwischenraum, der sich jedoch nicht nur nach der Luftwärme, sondern auch nach der Länge der verlegten Schienen richtet, soll bei 9 m Schienenlänge sein, wie folgt:

Luftwärme °Réaumur	von —24 bis —16	—16 — 8	—8 ±0	±0 +8	+ 8 +16	+16 +14	+24 +32	32 40	40 darüber
Zwischen-räume in mm	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Zur Erreichung dieser Zwischenräume werden *Zwischenbleche* der entsprechenden Stärke zwischen die aneinander stoßenden Schienenköpfe gelegt und verbleiben dort so lange, bis das Gleis mindestens 8—10 Schienenlängen hinter dem betreffenden Stoße fertig genagelt, gerichtet und einmal gestopft ist. Die Bleche sind deshalb so einzurichten, daß Wagen über sie hinweg geschoben werden können, ohne sie zu verbiegen. Bei

plötzlich stark steigender Wärme, im Sommer also zur Mittagszeit, sind die Bleche zu entfernen oder durch schmalere zu ersetzen, damit die Schienen sich ausdehnen können.

§ 7. Da in den Bögen die äußere, vom Mittelpuncte weiter abliegende Schienenreihe länger ist als die innere, so würden bei Verwendung gleich langer Schienen die Stöße derselben sich gegeneinander verschieben, d. h. es würde der innere Stoß gegen den äußeren voreilen. Dieses ist aber nicht zulässig und deshalb ist es nothwendig, in der inneren Schienenreihe von Zeit zu Zeit kürzere Schienen einzulegen. Diese kürzeren Schienen, welche, zum Unterschied von den anderen, Ausgleichschienen genannt werden, sind um einige Centimeter kürzer. Bei einer Länge von 9,00 m sind die Ausgleichschienen 8,93 m lang. Die Anzahl der bei einem Bogen nöthigen Ausgleichschienen richtet sich nach dem Halbmesser und nach der Länge des betr. Bogens und wird bez. der Berechnung auf Abschnitt II b 7 des ersten Theiles verwiesen.

§ 8. Bei Bögen in den Gleisen müssen die Schienen entsprechend seitlich gekrümmt verlegt werden; ist der Halbmesser des Bogens groß (1000 m und darüber), so bietet es keine Schwierigkeit, die grade verlegte und auf den Querschwellen befestigte Schiene entsprechend zu biegen, indem man das ganze Gleis dementsprechend verschiebt, bei Bögen mit kleinerem Halbmesser ist dieses jedoch nicht mehr angängig und müssen da die Schienen vorher besonders gebogen werden. Dieses Biegen soll niemals auf der Verwendungsstelle, sondern stets auf den Lagerplätzen oder in der Werkstatt mittelst besonderer Biegemaschinen oder sonst geeigneter Vorrichtungen erfolgen. Verboten ist, die Schiene durch Werfen oder Fallenlassen zu biegen. Die erforderliche seitliche Durchbiegung berechnet sich, wie auf Seite 144 des ersten Theiles angegeben. Als eine zweckmäßige Biegevorrichtung wurde die Biegemaschine von Vojacek bezeichnet, die im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1882, Seite 166 näher beschrieben ist. Folgende Reihe giebt einzelne Durchbiegungen für eine 9,00 m lange Schiene:

Halbmesser des Bogens	180	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 m
Durchbiegung i. d. Mitte	56	51	34	13	10	8	7	6	6	5 mm

3. Der Bau des Gleises.

§ 1. Es mögen zwei Arten der Herstellung besprochen werden, nämlich:

α. der Bau eines ganz neuen Gleises mit hölzernen und eisernen Querschwellen auf einer neu gebauten Eisenbahnlinie und

β. der Umbau eines vorhandenen Betriebsgleises.

Im ersteren Falle hat man bezüglich des Zeitpunctes der Fertigstellung des Gleises insofern mehr freie Hand, als man nicht, wie im zweiten Falle, durch den Gang der Züge daran gebunden ist, das Gleis zu einer bestimmten Zeit wieder betriebsfähig herzustellen. Man kann deshalb mit mehr Ruhe und ungestörter arbeiten, die einzelnen Arbeiten besser einrichten und mit mehr Gleichmäßigkeit ausführen und daher auch wesentlich mehr leisten, als beim Gleiseumbau.

α. Der Neubau eines Gleises.

§ 2. Nachdem die Bettung auf das Planum des neuen Bahnkörpers vorschriftsmäßig aufgebracht ist, können die eigentlichen Arbeiten zur Herstellung des Gleises beginnen. Mit der Schwellenvertheilungslatte, auf welcher die Schwelleneintheilung für eine Schienenlänge vorgemerkt ist, kennzeichnet man zunächst die Stellen, auf welche die Schwellen zu legen sind. Alsdann werden Schwellen von der Abladestelle vorgetragen und auf die bezeichneten Stellen verlegt, wobei zugleich die breitesten und besten Schwellen an die Stöße zu legen sind.

Werden zur Befestigung Schwellenschrauben verwendet, so müssen die Schwellen gebohrt werden, welche Arbeit besser vor dem Einbringen der Schwellen besorgt wird. Man verwendet dazu am besten genaue Bohrschablonen und besonders zweckentsprechende Bohrmaschinen. Die Löcher zu den Schwellenschrauben müssen durch die Schwellen ganz hindurch gebohrt werden, dann sind die Bohrspähne vollständig herauszustoßen und die Löcher unterhalb etwas zu verpflöcken. Vor dem Einschrauben fülle man etwas Theer hinein, tauche auch die Holzschraube zuvor in Theer.

Nachdem die Schwellen vertheilt und eingerichtet sind, werden die Schienen mit dem Fabrikzeichen nach innen aufgesetzt, die Zwischenbleche dazwischen gehalten, die Schienen angestoßen, dann die Laschen richtig angebracht, die Bolzen in die äußeren Löcher so eingesetzt, daß die Muttern nach innen kommen, die Federringe untergelegt und dann die Muttern leicht angezogen. Dabei muß man häufiger mittelst des Schienenwinkels prüfen, ob die Stöße genau einander gegenüber liegen und wenn nöthig in Bögen Ausgleichungsschienen (Seite 125) verwenden.

lsdann werden die Unterlagsplatten richtig vertheilt, unter die
chienen geschoben, zunächst die Stoßschwellen, sowie später die
Littelschwellen der einen Reihe genagelt. Der zweite Schienen-
rang wird von einem zweiten Trupp hinterher und zwar genau
ach der Spur genagelt. Hierbei ist zu beachten, daß bei Ver-
endung von Schwellen aus weichem Holz (Kiefern oder Tannen)
ie Spur von vornherein etwas weiter zu nehmen ist, da dieselbe
ch regelmäßig enger fährt. Man giebt deshalb, wenn keine
Unterlagsplatten verwendet werden, auch in grader Linie 8 mm,
ei Anwendung von Unterlagsplatten 2—4 mm Spurerweiterung.

Beim Einschlagen der Nägel ist zu beachten, daß,
ährenddem die Schwelle gehörig mit Wuchtebäumen an die
chiene angedrückt, das Spurmaaß möglichst nahe der Nagelstelle
ifgelegt wird, die Nägel lothrecht und nicht mit den Spitzen
geneinander eingesetzt und endlich nur grade und sichere
chläge geführt werden, damit man weder die Schienen be-
ädigt noch die Nägel krumm schlägt. Die letzten Schläge,
rz zuvor die Haken auf den Schienenfuß auftreten, sind
mildern. Die Nägel, welche durch die Einklinkung der
enlasche einzuschlagen sind, müssen besonders vorsichtig ein-
rieben werden, da dieselben mit dem Haken nur lose auf dem
chenfuß aufliegen dürfen.

Bei Verwendung von Schwellenschrauben ist es besser,
: Unterlagsplatten schon vorher auf die Schwellen aufzubringen,
ch die Schwellenschrauben etwas einzuschrauben, einerseits um das
rstopfen der Bohrlöcher durch Kies zu verhindern, andrerseits
ı das nachherige Unterschieben unter die Schienen zu ver-
iden. Die Schrauben dürfen aber nur soweit eingedreht
rden, daß der Kopf noch 4—5 cm über die Unterlagsplatte
rvorsteht, damit man den Schienenfuß noch bequem einrücken
ın. Sobald das Gleis auf eine längere Strecke fertig ge-
zelt ist, beginnt man dasselbe auszurichten, wobei auch
noch fehlenden 2 Bolzen in die Laschen eingezogen werden.
sdann wird Kies herangefahren oder in das Gleis ge-
rfen und nun begonnen, dasselbe zu heben und zu stopfen.
e Höhe, welche die Schienenoberkante haben soll, wird
ı den festen Puncten oder Pfählen herüber gewogen und
ıach zunächst einzelne Stellen des Gleises hochgehoben,
terstopft oder auf sonstige Weise richtig hoch gehalten. Als
: sehr brauchbares Geräth hierzu, sowie überhaupt beim Stopfen
dient der Westmeyer'sche Gleisehebebock genannt zu

α. der Bau eines ganz neuen Gleises mit hölzernen und eisernen Querschwellen auf einer neu gebauten Eisenbahnlinie und

β. der Umbau eines vorhandenen Betriebsgleises.

Im ersteren Falle hat man bezüglich des Zeitpunctes der Fertigstellung des Gleises insofern mehr freie Hand, als man nicht, wie im zweiten Falle, durch den Gang der Züge daran gebunden ist, das Gleis zu einer bestimmten Zeit wieder betriebsfähig herzustellen. Man kann deshalb mit mehr Ruhe und ungestörter arbeiten, die einzelnen Arbeiten besser einrichten und mit mehr Gleichmäßigkeit ausführen und daher auch wesentlich mehr leisten, als beim Gleiseumbau.

α. Der Neubau eines Gleises.

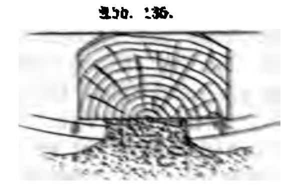
§ 2. Nachdem die Bettung auf das Planum des neuen Bahnkörpers vorschriftsmäßig aufgebracht ist, können die eigentlichen Arbeiten zur Herstellung des Gleises beginnen. Mit der Schwellenvertheilungslatte, auf welcher die Schwelleneintheilung für eine Schienenlänge vorgemerkt ist, kennzeichnet man zunächst die Stellen, auf welche die Schwellen zu legen sind. Alsdann werden Schwellen von der Abladestelle vorgetragen und auf die bezeichneten Stellen verlegt, wobei zugleich die breitesten und besten Schwellen an die Stöße zu legen sind.

Werden zur Befestigung Schwellenschrauben verwendet, so müssen die Schwellen gebohrt werden, welche Arbeit besser vor dem Einbringen der Schwellen besorgt wird. Man verwendet dazu am besten genaue Bohrschablonen und besonders zweckentsprechende Bohrmaschinen. Die Löcher zu den Schwellenschrauben müssen durch die Schwellen ganz hindurch gebohrt werden, dann sind die Bohrspähne vollständig herauszustoßen und die Löcher unterhalb etwas zu verpflöcken. Vor dem Einschrauben fülle man etwas Theer hinein, tauche auch die Holzschraube zuvor in Theer.

Nachdem die Schwellen vertheilt und eingerichtet sind, werden die Schienen mit dem Fabrikzeichen nach innen aufgesetzt, die Zwischenbleche dazwischen gehalten, die Schienen angestoßen, dann die Laschen richtig angebracht, die Bolzen in die äußeren Löcher so eingesetzt, daß die Muttern nach innen kommen, die Federringe untergelegt und dann die Muttern leicht angezogen. Dabei muß man häufiger mittelst des Schienenwinkels prüfen, ob die Stöße genau einander gegenüber liegen und wenn *nöthig* in Bögen Ausgleichungsschienen (Seite 125) verwenden.

vollkoffrigen Lang- sowie Querschwellen ein (Abb. 134) und kann dann nicht nur eine dauernd gute Herstellung des Gleises unmöglich machen, sondern auch die Haltbarkeit der Schwellen sehr nachtheilig beeinflussen. In Abb. 133 u. 134 befinden sich bei a die festgestopften Stellen, während die Theile b locker geblieben sind. Dieser Uebelstand, der also ein gleichmäßiges Aufliegen der Schwellen unmöglich macht, kann nur dadurch vermieden werden, daß man zunächst nur gutes und reines Stopfmaterial verwendet, sodann aber beim Stopfen nicht gleich die Schwelle in ganzer Breite unterfüllt, sondern nach Abb. 135 mit der Stopfhacke möglichst weit unter die Schwelle greifend, den mittleren Theil gut feststopft und dann erst nach und nach Kies nachfüllend und zurückgehend bis zur Kante der Schwelle gelangt.

Abb. 135.



§ 5. Ferner gelten beim Stopfen der Querschwellen folgende Regeln:

1. Die Schwellenköpfe sollen zuerst unterstopft werden.

2. Die 2,7 m langen Schwellen sind auf ihrer ganzen Länge gleichmäßig zu stopfen, wohingegen bei den 2,5 m langen Schwellen ein Theil in der Mitte von etwa 0,33 m Länge nur lose angestopft werden darf.

3. Jede Schwelle soll gleichzeitig an beiden Längsseiten und nicht erst eine Seite und dann die andere gestopft werden, da sonst leicht ein nachtheiliges Kanten der Schwelle eintritt. Es sollen also womöglich stets zwei Mann gleichzeitig gegen einander stopfen.

4. Man hüte sich, das Gleis an einzelnen Stellen zu hoch zu stopfen, da dieser Fehler durch Hervorholen des Kieses unter der Schwelle hinweg und nochmaliges Stopfen erst in zeitraubender Weise beseitigt werden kann. Während des Stopfens muß das Gleis mehrfach nachgerichtet und abgefluchtet werden; die nöthigen Verschiebungen sind nie durch gewaltsames Schlagen, sondern stets mittelst der Richteknüppel oder Hebebäume vorzunehmen. Nach Beendigung der Stopfarbeit werden die Befestigungsmittel nochmals nachgesehen, die Zwischenbleche entfernt, die Köpfe der Schwellen bis zur Schienenhöhe, der mittlere Theil nur etwa auf halbe Höhe mit Kies verfüllt und das Gleis dann in Betrieb genommen. Da jedoch in der ersten Zeit des Betriebes

werden, der von Fr. Westmeyer St. Johann, Saarbrücken zu beziehen ist. Die Einrichtung der Zwischenpuncte geschieht dann nach Augenmaaß oder mit Hülfe der Setztafeln.

§ 3. Das Unterstopfen der Schwellen, diese an sich zwar einfache, aber die Unterhaltung der Gleise in weitaus größtem Umfange bedingende Arbeit muß mit einer genauen Kenntniß der einzelnen Vorgänge betrieben werden, wenn nicht ungenügende und nutzlose, sondern gute und dauerhafte Arbeiten geliefert werden sollen. Durch das Stopfen will man unter den Schwellen einen gleichmäßig fest zusammengepreßten Schotter- oder Kieskörper erzeugen, der den von der Belastung des Gleises ausgehenden Druck gleichmäßig aufnehmen soll. Außerdem sollen auch alle Schwellen unter sich in gleicher Weise unterstopft sein. Daß diese Forderung keineswegs leicht zu erfüllen ist, bedarf bei der Größe der zu stopfenden Flächen wohl keines weiteren Nachweises und gehört deshalb eine große Uebung der Arbeiter, sowie, seitens des Vorarbeiters, eine richtige Beurtheilung und zweckmäßige Auswahl der meist verschieden veranlagten und deshalb auch nicht mit gleichem Geschick und gleicher Kraft arbeitenden Leute dazu, um die bestmöglichste und gleichmäßigste Arbeit zu erhalten. Die Fertigkeit im Stopfen und die Beurtheilung der Arbeit kann nur beim Mitarbeiten in der Rotte erlernt werden. Es sollte daher kein Bahnmeister-Aspirant es versäumen und jeder Bahnmeister, dem ein Aspirant zur Ausbildung zugewiesen ist, darauf halten, daß er einige Zeit in der Rotte mitarbeitet, selbst stopfen und nageln, ausrichten und abtafeln, ja alle Handgriffe kennen lernt und mitmacht, die zur Herstellung und Unterhaltung des Gleises nöthig sind.

§ 4. Bezüglich des Anstopfens einer Schwelle sei hier nur ein besonders bei weniger gutem Stopfmaterial häufig vorkommender Fall erwähnt, in dem das Stopfmaterial zwar

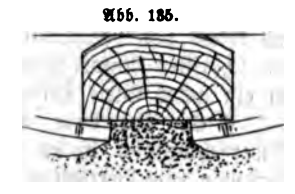
Abb. 133. Abb. 134.



an den äußeren Kanten der Schwelle festgestopft wird, dasselbe in der Mitte der Schwelle aber mehr oder weniger locker bleibt. *(Ab. 133.)* Dieser Uebelstand tritt besonders leicht bei eisernen

offrigen Lang= sowie Querschwellen ein (Abb. 134) und
t dann nicht nur eine dauernd gute Herstellung des Gleises
öglich machen, sondern auch die
tbarkeit der Schwellen sehr nach=
lig beeinflussen. In Abb. 133 u.
l befinden sich bei a die festge=
ften Stellen, während die Theile
locker geblieben sind. Dieser
elstand, der also ein gleich=

Abb. 135.



ßiges Aufliegen der Schwellen unmöglich macht, kann nur
urch vermieden werden, daß man zunächst nur gutes und
nes Stopfmaterial verwendet, sodann aber beim Stopfen
ht gleich die Schwelle in ganzer Breite unterfüllt, sondern
h Abb. 135 mit der Stopfhacke möglichst weit unter die
hwelle greifend, den mittleren Theil gut feststopft und dann
t nach und nach Kies nachfüllend und zurückgehend bis zur
nte der Schwelle gelangt.

§ 5. Ferner gelten beim Stopfen der Querschwellen
gende Regeln:

1. Die Schwellenköpfe sollen zuerst unterstopft werden.

2. Die 2,7 m langen Schwellen sind auf ihrer ganzen
nge gleichmäßig zu stopfen, wohingegen bei den 2,5 m langen
hwellen ein Theil in der Mitte von etwa 0,33 m Länge
r lose angestopft werden darf.

3. Jede Schwelle soll gleichzeitig an beiden Längsseiten
d nicht erst eine Seite und dann die andere gestopft werden,
sonst leicht ein nachtheiliges Kanten der Schwelle eintritt.
s sollen also womöglich stets zwei Mann gleichzeitig gegen=
nander stopfen.

4. Man hüte sich, das Gleis an einzelnen Stellen zu hoch
stopfen, da dieser Fehler durch Hervorholen des Kieses unter
r Schwelle hinweg und nochmaliges Stopfen erst in zeitraubender
eise beseitigt werden kann. Während des Stopfens muß das
leis mehrfach nachgerichtet und abgefluchtet werden; die nöthigen
erschiebungen sind nie durch gewaltsames Schlagen, sondern
ets mittelst der Richteknüppel oder Hebebäume vorzunehmen.
ach Beendigung der Stopfarbeit werden die Befestigungsmittel
ochmals nachgesehen, die Zwischenbleche entfernt, die Köpfe der
chwellen bis zur Schienenhöhe, der mittlere Theil nur etwa
uf halbe Höhe mit Kies verfüllt und das Gleis dann in
etrieb genommen. Da jedoch in der ersten Zeit des Betriebes

häufig Senkungen eintreten, so muß das Gleis sorgfälti
achtet werden, damit die eintretenden Mängel sofort
werden können. Nur wenn man es sich angelegen sei
das Gleis von vornherein sorgfältig zu erhalten, kann
den schärfsten Anforderungen, welche man bei lebhaftem
an ein gutes Gleis stellen muß, gerecht werden.

§ 6. Bei dem Bau eines Gleises mit ei
Querschwellen ist im Allgemeinen ähnlich zu verfahr
muß man beim Vertheilen der Querschwellen etwas vorsich
Werke gehen. Um hier auch etwas näher auf den Geg
einzugehen, möge die Bauweise mit Haarmann'schen Haken
wie sie im Bezirk der Königl. Eisenbahn=Direction H
sowie bei mehreren anderen Verwaltungen gebräuchlich
sprochen werden.

Nachdem die Querschwellen auf der Bettung verthei
werden die Hakenplatten eingehängt und dann erst die S
daraufgesetzt und angelascht, die Hakenschrauben eingeste
Klemmplatten aufgelegt und nach Einlegung der Federringe
der Hakenschrauben befestigt. Selbstverständlich müssen all
zuvor von Sand und Schmutz gereinigt werden. Beim A
und Befestigen der zweiten Schienenreihe muß man sich
überzeugen, daß die Spur auch richtig ist, sonst nöthi
durch Verwendung anderer Klemmplatten und Hakenplat
erforderliche Spurweite herstellen.

Ueber die Verwendung der verschiedenen Hakenplatt
Klemmplatten giebt § 28 Seite 70 weiteren Aufschluß. B
des Richtens und Stopfens gelten die vorstehend ange
Regeln; nur soll man, wie schon oben bemerkt, die
Querschwellen möglichst ganz, oder doch wenigstens di
nur mit Steinschlag unterstopfen. Die Unterhaltung
der ersten Zeit des Betriebes muß sehr sorgfältig g
da etwaige Verbiegungen der eisernen Schwellen nur
wieder zu beseitigen sind.

β. Der Umbau eines Betriebsgleises.

§ 7. Das Gleis, dessen Umbau im Folgende
schrieben werden soll, gehört einer zweigleisigen,
betriebenen Bahn an. Das alte Gleis bestand aus
querschwellen mit sehr schlechter Bettung, an dessen St
Querschwellen=Gleis mit Holzschwellen nach dem Oberbau
der Preußischen Staatsbahnen gelegt wurde. Die zum

freistehenden Zugpausen hatten die Dauer von nur 2 Stunden. Zur Verfügung standen 3 Vorarbeiter und 36 Arbeiter.

Die vorbereitenden Arbeiten bestanden zunächst darin, daß das Material auf die Strecke geschafft und so vertheilt wurde, daß es nachher beim Abbruche des alten Gleises nicht hindert und beim Einbau des neuen bequem zur Hand liegt. Man lagert deshalb zweckmäßig die neuen Schienen und Schwellen auf der Berme (dem Banquet) neben dem nicht umzubauenden Gleise und zwar so, daß je ein Schienenpaar unten und die zur Schienenlänge gehörigen 11 Schwellen darauf gelegt werden. Man sehe dabei darauf, daß die Schienen möglichst winkelrecht der später von ihnen einzunehmenden Stelle zu liegen kommen, auch die Fabrikzeichen nach innen gerichtet werden. Für die Stöße sind die breiteren Schwellen auszuwählen, mit Kreide zu kennzeichnen und den Schienenenden zunächst zu lagern. Das Kleineisenzeug lagere man in der Nähe einer Bude, oder bringe jeden Morgen den für den Tag nöthigen Bedarf mit auf Strecke und vertheile es erst dann für jede Schienenlänge. Sofern bei Verwendung von Schwellenschrauben die Schwellen nicht schon vorher gebohrt sind, muß zunächst diese Arbeit erfolgen, und benutzt man dazu am besten eine Bohrlehre, sowie Bohrmaschinen, mit denen man ein genau senkrechtes Einbohren der Löcher erreicht. Beim Bohren muß man die nothwendige Spurerweiterung sofort berücksichtigen, auch bei weichen Schwellen in graden Linien 2—4 mm Spurerweiterung geben, da sonst das Gleis sich bald zu enge fährt. Im Uebrigen ist hierbei nach Seite 127 zu verfahren. Nachdem man dann noch die zur Festlegung der Höhenlage des neuen Gleises nöthigen Absteckungen und Abtafelungen bewirkt hat, bereitet man die Abbrucharbeiten des alten Gleises vor, indem man die Laschenschrauben prüft, ob sie sich mit dem Schlüssel lösen lassen, wenn nicht, sie mit Kreide bezeichnet, damit sie später mit dem Possekel weggeschlagen werden. Der Kies ist aufzuhauen und aus der Mitte des Gleises bis zur Schwellenunterkante herauszuwerfen. Die eingefahrenen Lager der alten Schwellen sind an der inneren Seite der Schiene soweit auszudechseln, daß man die Nägel mit dem Kuhfuß erfassen kann, etwaige überzählige Nägel können dabei schon entfernt werden; desgleichen beseitigt man Nägel, die schwer zukommlich sind, z. B. solche, die durch das Wandern der Schienen unter die Laschenbolzen gekommen waren, und ersetzt sie vorläufig durch andere. Ferner treffe man Fürsorge, daß die zum

späteren Anschluß nothwendigen und dafür zu kürzenden Schienenenden in hinreichender Länge vorräthig, auch das Bohrzeug mit mehreren Bohrern, die Anschlußlaschen nebst Bolzen und sonst alles Geräth und Handwerkszeug in der nöthigen Menge vorhanden ist und in brauchbarem Zustande sich befinde.

Nachdem alsdann im Einvernehmen und nach Verständigung mit den diensthabenden Beamten der benachbarten Stationen die Zugpause bestimmt ist, in welcher der Umbau ausgeführt werden soll, werden kurz vor der Durchfahrt des letzten Zuges, der noch über das alte Gleis gelassen werden soll, zwei vereidete und im Signaldienst ausgebildete Arbeiter zum Absperren des Gleises nach beiden Seiten gesandt, die übrigen Arbeiter aber wie folgt eingetheilt:

1 Vorarbeiter, 8 Arbeiter zum Auswerfen der Schienen und Schwellen des alten und Vorstrecken des neuen Gleises (Einbautrupp).

2 Arbeiter zum Lösen und später Anbringen der Laschen (Laschentrupp).

1 Vorarbeiter und 8 Arbeiter zum Nageln der Schienen, Eindrehen der Schwellenschrauben und Herstellen der richtigen Spur (Nageltrupp).

1 Vorarbeiter und 16 Mann zum Ausheben des Kieses, Aufhauen des Lagers, Stopfen, Heben und Richten des Gleises (Kiestrupp).

Es muß auf eine möglichst genaue Vertheilung der Arbeiten an die einzelnen Arbeiter, sei es in vorbenannter oder in anderer Weise, besonders Werth gelegt werden, damit jeder Mann genau weiß, was er zu thun hat und keine vergebliche Arbeit verrichtet wird. Der Gang der Arbeit ist folgender:

Nach der Vorbeifahrt des Zuges beginnt der Laschentrupp, verstärkt durch 8 Arbeiter vom Kiestrupp, mit dem Lösen der Laschenverbindung.

Der Nageltrupp löst sämmtliche Nägel oder Schwellenschrauben an der inneren Seite der Schiene. Sobald bei den ersten Schienen die Laschen und Nägel hinreichend gelöst sind, tritt der Einbautrupp an diese Schienen, kantet sie mittelst der Brechstangen um, trägt sie aus dem Gleise und setzt sie auf die nebenliegende Berme. Der Vorarbeiter giebt dabei laut, deutlich und kurz die nöthigen Rufe zum Aufnehmen und Absetzen der Schienen, wodurch die Arbeit wesentlich erleichtert wird.

h Unfälle am sichersten vermieden werden. Sobald das erste jienenpaar aus dem Gleise getragen ist, werden von 2 Artern des Einbautrupps mit dem Hebebaum die Schwellen am ieren Schwellenkopf angehoben, einige der übrigen Arbeiter reifen die Schwelle und überstürzen dieselbe nach der Außente oder, wenn das Gelände hierfür nicht geeignet ist, tragen aus dem Gleise zum Ablagern an geeigneten Stellen. In s von Schwellen befreite Kiesbett treten dann 8 Mann des estrupps mit Spitzhauen, um den Kies aufzuhauen und mit hippen hinauszuwerfen. Während dieser Zeit sind die dem ischentrupp beigegebenen 8 Mann dort frei geworden, und erden dieselben angestellt, um das Kiesbett, soweit es durch e bereits dabei thätigen 8 Mann noch nicht tief genug aufhauen und ausgehoben ist, bis zur vollen Tiefe aufzuhauen nd auszuwerfen. Der Kies soll stets nach Außen (auf die erme) und nicht zwischen die Gleise geworfen werden, einerits, damit das andere Gleis nicht etwa überworfen oder der eie Umgrenzungsraum eingeengt werde, andrerseits, weil der ies beim Herüberschaffen der neuen Schwellen und Schienen ehr hinderlich sein würde. Der Vorarbeiter des Kiestrupps at zu beachten, daß das Kiesbett nach den geschlagenen Höhenfählen in richtiger Tiefe und hinreichender Breite ausgehoben oird, alle schlechten Massen und zusammengebackte Klumpen inausgeworfen werden, damit die neuen Schwellen nur auf ein urchlässiges Schotter- oder Kiesbett zu liegen kommen. Nachem die Abbrucharbeiten am alten Gleise, soweit solche für die etreffende Zugpause vorgesehen, beendet sind, hat der Kiestrupp oviel neue Bettung hergestellt, daß mit dem Einbauen des ieuen Gleises begonnen werden kann. Der Vorarbeiter des Einbautrupps streckt die Schienenlatte, auf welcher auch die Schwellentheilung angegeben ist, vor und die Arbeiter bezeichnen nit Strichen im Kiesbett die Lage der einzelnen Schwellen. Darauf werden die neuen Schwellen eingelegt und zwar die Stoßschwellen nach dem Stichmaaß in richtiger Entfernung vom Nachbargleise, die Mittelschwellen nach einer an den Schwellenschrauben zwischen den Stoßschwellen gezogenen Schnur, dann ie Schienen nach Einlegung der Zwischenbleche vorgestoßen und auf die Unterlagsplatten gelegt, daß die innere Seite des Schienenfußes dicht am Schaft der theilweise eingedrehten Schwellenschrauben zu liegen kommt. Bei dieser Arbeit hat eichfalls der Vorarbeiter wieder die Zurufe kurz und deutlich

zu ertheilen; derselbe muß auch darauf achten, daß die richtigen Zwischenbleche verwendet werden und die Schienenstöße stets genau winklig zu einander gelegt werden. In Bögen ist auf die rechtzeitige Verwendung der Ausgleichschienen Bedacht zu nehmen. Mit dem Vorstrecken der Schienen beginnen die 2 Mann des Laschentrupps die neuen Laschen anzulegen und die Bolzen einzuziehen; jedoch sollen zunächst nur die Endlaschenbolzen eingezogen werden, damit das Gestänge beim Ausrichten noch hinreichend Beweglichkeit besitzt. Der Nageltrupp wird in den meisten Fällen, nach dem Abbruch des alten Gleises, noch nicht mit dem Nageln des neuen beginnen können und ist derselbe solange dem Kiestrupp mit zuzutheilen. Sind jedoch 2—3 Schienenlängen des neuen Gleises vorgestreckt, so muß mit dem Nageln begonnen werden. Zu diesem Zweck theilt sich der Nageltrupp in 2 Abtheilungen von je 4 Mann. Die erste befestigt die eine Schienenseite, indem 2 Mann mit je einem Hebebaum die Schwellenköpfe so anheben, daß die Unterlagsplatte richtig und fest gegen den Schienenfuß gepreßt wird und sie an allen Stellen auf der Schwelle, wie am Schienenfuß anliegt, der Dritte mit dem Druckschraubenschlüssel die Schwellenschraube fest bis auf den Schienenfuß niederschraubt und der vierte Arbeiter den Nagel an der Außenseite des Schienenfußes in die Schwelle eintreibt. Das Nageln und Eindrehen der Schwellenschrauben wird erleichtert, wenn erst die vorliegende Stoßschwelle und dann die rückwärts liegenden Mittelschwellen einer Schienenlänge befestigt werden, da hierdurch ein Krümmen der Schiene leichter vermieden wird. Die zweite Abtheilung des Nageltrupps folgt der ersteren an der andern Schiene, dabei muß der den Trupp beaufsichtigende Vorarbeiter die Spur des Gleises überwachen und darauf achten, daß etwaige Abweichungen sofort beseitigt werden. Der Vorarbeiter hat ferner für die richtige und genaue Vertheilung der Schwellen sowie dafür zu sorgen, daß die Schwellen winkelrecht zum Gleise liegen und deshalb den Schienenwinkel häufiger anzulegen.

Sobald der Kiestrupp das Auswerfen des Kieses und die Herstellung der neuen Sohle bis auf einige Schienenlängen fertiggestellt hat, übergiebt der Vorarbeiter die Vollendung einem geeigneten Arbeiter der Rotte und begiebt sich selbst mit 6 Mann zurück zum Ausrichten und Anheben des neuhergestellten Gleises. Das Richten geschieht unter Anwendung von Richtknüppeln nach den Kommandorufen des Vorarbeiters durch

erwähnten 6 Mann, wobei die vom Nachbargleise genommenen ichmaaße zu beachten sind. Alsdann fassen 2 Mann mit dem bebaum unter die Schwelle neben einem der eingesetzten ihenpfähle und heben das Gleis bis zur Höhe derselben, wobei r Vorarbeiter die richtige Höhe mit Setzlatte und Libelle rüberwiegt, 2 Mann stopfen den angehobenen Schwellenkopf, ihrend die noch verbleibenden 2 Mann den Kies ins Gleis erfen. In gleicher Weise wird der andere Schwellenkopf be=ındelt, wonach dann noch einige dazwischen liegende Puncte ıch dem Abfluchten an der Schiene selbst gehoben und gestopft erden. Inzwischen sind die übrigen Arbeiter des Kiestrupps it dem Ausheben des Kiesbettes fertig geworden und kommen leichfalls herzu, um von dem Vorarbeiter zum vollständigen stopfen des neuen Gleises angestellt zu werden. In gleicher Beise treten dann nach und nach die Arbeiter des Einbau=, laschen= und Nageltrupps, sobald sie mit ihren Arbeiten soweit ertig sind, ebenfalls mit heran, sodaß schließlich sämmtliche Arbeiter, soweit nicht einige Leute des Einbautrupps noch mit er Verbindung des neuen Gleises mit dem alten beschäftigt ind, das Stopfen des Gleises besorgen.

Beim Stopfen ist darauf zu achten, daß die Leute gut ertheilt werden und nicht zuviel Mann auf eine Schienenlänge ommen, da sonst zuleicht das Gleis zu hoch zugestopft wird. Man sucht es ferner so einzurichten, daß (bei zweigleisigen Strecken) die Anfahrtsstoßschwelle zuletzt gestopft wird, damit ieselbe im Gegensatz zur Abfahrtsstoßschwelle etwas fester liegt, a dieses auf die dauernd gute Lage des Gleises von Einfluß st. Während des Stopfens muß selbstverständlich wieder die Richtung des Gleises häufiger nachgesehen werden. Sobald dann ie Leute des Einbautrupps die Verbindungsschienen gehauen, ıngelascht und genagelt haben, auch die Stopfarbeit beendet ist, st die Strecke wieder fahrbar und können jetzt die Arbeiter, welche ie Strecke bis dahin absperrten, eingezogen werden. Beiderseits er Baustelle sind jedoch Langsamfahrsignale auszustellen, damit as neue Gleis zunächst noch nicht mit voller Geschwindigkeit efahren werde.

In der vorbeschriebenen Weise kann in einem Zeitraum on 2 Stunden mit gewandten und mit eingeschulten Arbeitern 3 Vorarbeiter und 36 Arbeiter, wovon 2 Mann zum Absperren er Strecke verwendet wurden,) eine Gleisstrecke von 12 Schienen=ängen je 9,0 m = 108 lfd. m umgebaut werden; doch darf

man bei solch kurzen Zugpausen und schlechtem Bettungsmaterial die tägliche Arbeitsleistung, im Hinblick auf das nöthige Nachstopfen und Verfüllen des Gleises, Aufgraben und Wiederbefestigen vorkommender Wegeübergänge, sowie sonstiger Zwischenarbeiten nicht höher als $3^1/_3$—$3^1/_2$ m Gleis für den Arbeitstag veranschlagen.

§ 8. Eine andere Art des Gleisebaues, die sich jedoch nur anwenden läßt, wenn hinreichend Platz neben dem Betriebsgleise vorhanden ist, besteht darin, daß man das neue Gleis neben dem alten fertig zusammenbaut und im Ganzen oder getheilt hinüberschiebt. Der Arbeitsvorgang gestaltet sich dabei nach einem im vorigen Sommer bewirkten Umbau wie folgt:

Nachdem das erforderliche Material theils mit Rollwagen, theils mit Arbeitszug vertheilt und mit den benachbarten Stationen das Nöthige über die Zeit des Einbaues verabredet worden war, wurden die im vorliegenden Falle zur Verfügung stehenden 3 Vorarbeiter und 28 Arbeiter in 2 Rotten eingetheilt und zwar in einen Zusammenbautrupp, bestehend aus einem Vorarbeiter und 5 Mann, darunter geübte Nagler, und einen Einbautrupp, bestehend aus 2 Vorarbeitern und 23 Mann. Zum Absperren der Strecke wurden 2 Mann besonders verwendet. Der Zusammenbautrupp hatte das neue Gestänge neben dem Gleise ordnungsmäßig zusammenzubauen, also zunächst die Schwellen nach der Maaßlatte zu vertheilen, dabei die breiteren für die Stöße auszuwählen und dieselben etwas höher zu legen, damit beim Nageln der Mittelschwellen dieselben genau nach der an der Schiene vermerkten Theilung zurecht gerückt, auch die Unterlagsplatten bequemer untergelegt werden konnten. Nachdem dann die eine Schienenreihe aufgesetzt und auch die Unterlagsplatten richtig untergelegt waren, erfolgte das Nageln der Schiene durch 2 Nagler und 2 Mann, welche die Schwellen mit dem Richtebaum an den Schienenfuß zu drücken hatten. Der Vorarbeiter und 1 Mann bohrten mit dem Schwellenbohrer die Löcher für die Schwellenschrauben und drehten dieselben auch ein. Alsdann wurde die zweite Schiene aufgesetzt, genau rechtwinklig zur ersten gelegt und dieselbe genagelt und festgeschraubt wie vor. Mit Ausnahme des Sonnabends, an welchem Tage das in der Woche verlegte Gleis nochmals nachgesehen und nachgebessert wurde, wurden die Leute des Zusammenbautrupps zu anderen Arbeiten nicht herangezogen und

nten dieselben täglich 12 Schienenlängen je 9,0 m Gleis dnungsmäßig zusammen. Auf ein Tagewerk entfallen somit 18 m Gleis.

Der Einbautrupp begann zunächst mit den vorbereitenden beiten, als Ausgraben des alten Gleises und Gangbarmachung r Bolzenmuttern. Sobald dann der Zug, nach dem der nbau vorgenommen werden sollte, vorüber war, wurde sofort m Abbruch des alten Gleises vorgegangen, d. h. die Laschen löst und dann das Gleis schienenlängenweise im Ganzen aus- hoben und an die Seite geschoben. Alsdann mußte die alte chwellensohle aufgehauen und die Bettung sorgfältig eingeebnet erden, um danach das neue Gleis ebenfalls in Schienenlängen rüberzurücken und regelrecht einzubauen, wobei die Zwischen- leche in der der Tageswärme entsprechenden Stärke eingesetzt urden. Nachdem alsdann die Schienenstöße gehörig verlascht, uch die Nägel gegen das Wandern des Gleises in die Ein- inkungen der Stoßschwellen eingeschlagen waren, wurde das Gleis angehoben, gerichtet und ordnungsmäßig gestopft, auch die Schwellenköpfe verfüllt.

Am Sonnabend wurde nicht eingebaut, sondern das bis ahin gefertigte Gleis nachgesehen, ausgebessert und dann voll- tändig verfüllt. Der Einbautrupp leistete bei täglich 2 Zug- ausen von je $1^1/_2$ Stunden soviel, als der Zusammenbautrupp äglich vorrichtete, so daß die Leistungsfähigkeit eines Mannes eim Einbauen des Gleises selbst, da 108 m Gleis täglich 25 Mann beanspruchten, sich auf $\frac{108\text{ m}}{25} = 4{,}32$ m berechnet. Die Gesammtleistung einschließlich des Nachstopfens am Sonnabend tellt sich auf 60 Schienenlängen à 9,0 m = 540 m, wozu 186 Tagewerke verwendet wurden, so daß auf ein Tagewerk 2,9 m Gleis entfallen. Das Aufräumen des gewonnenen Materials erfolgte ebenfalls mit Rollwagen und Arbeitszeug.

Während also nach der zuerst beschriebenen Einbauweise ei 4 Stunden täglicher Einbauzeit eine Leistung von $3^1/_3$ m Gleis in einem Tagewerk sich ergab, wurde beim letzten Beispiel ei nur 3stündiger Einbauzeit eine Leistung von 2,9 m Gleis ir das Tagewerk erzielt. Man ersieht also hieraus einerseits, on wie großem Einfluß die Dauer der Einbauzeit auf die ageskeistung ist, als auch andererseits, daß beide Bauweisen züglich der Leistungsfähigkeit ziemlich gleichstehen, wenn auch

nicht verkannt werden soll, daß bei der letztbeschriebenen Bauart bei kurzen Pausen mehr geleistet werden kann, ohne daß das Zusammenfügen des Gestänges dabei übereilt zu werden braucht.

§ 9. Der Einbau eines Langschwellen-Gleises (Haarmann) vollzieht sich im Allgemeinen in der Weise, daß man Schwellen und Schienen zuvor zusammenklammert, ebenso die Schwellenlaschen bezw. Schwellenstühle auf den Querverbindungen befestigt, die Unterbringung aber erst beim Einbau des Gleises selbst vornimmt. Im Uebrigen thut man auch wieder gut, die einzelnen Arbeiten möglichst an die Arbeiter zu vertheilen und zwar wie folgt:

1 Vorarbeiter und 14 Mann zum Verstrecken der bereits vorher zusammengeschraubten Schienen und Schwellen (Einbautrupp),
2 Arbeiter zum Verlaschen der Schienen (Laschentrupp),
1 Vorarbeiter und 6 Mann zum Anlegen der Schwellenlaschen und Schwellenstühle mit großen Klammern, Einziehen und Befestigen der zugehörigen Klammerbolzen (Klammertrupp),
4 Arbeiter zum Einziehen und Befestigen der Klemmplatten bezw. der Befestigung der Langschwellen auf den Querverbindungen (Klemmplattentrupp),
1 Vorarbeiter und 8 Mann zum Ausheben des Bettungskieses, Aufhauen und Ebnen der Bettung, Richten, Aufheben und Stopfen des Gleises, letzteres wieder unter Mithülfe der übrigen Arbeiter, (Kiestrupp).

Allgemein wird bemerkt, daß beim Haarmann'schen Oberbau auf zweigleisigen Strecken die Verlegung so erfolgen muß, daß zuerst der Schwellenstoß und dann der Schienenstoß kommt. Aus diesem Grunde muß der Gleiseumbau der Fahrtrichtung entgegen ausgeführt werden, damit man den übergreifenden Theil der Schiene auf die bereits verlegte Langschwelle setzen kann, und nicht letztere unter erstere zu schieben braucht. Bei zwei Zugpausen im Laufe des Tages von $3^1/_2$ bezw. 2 Stunden wurden als höchste Leistung von 3 Vorarbeitern und 30 Mann = 216 lfd. m Gleis regelrecht eingebaut, mithin 6,54 m auf das Tagewerk geleistet, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß das Zusammenklammern der Schienen und Schwellen nicht einbegriffen ist. Als Durchschnittsleistung bei längerem Umbau mit vorerwähnten Zeiten von 3 und $2^1/_2$ Stunden zum Ein-

men kann man bei gut eingeschulten Arbeitern 6,0 m Gleis r das Tagewerk rechnen.

c. Unterhaltung des Oberbaues.

§ 1. Die Arbeiten zur Unterhaltung des Oberbaues ver= ilen sich ungleich auf die verschiedenen Zeiten des Jahres. n Winter bei gleichmäßiger kalter Witterung liegt das Gleis n Allgemeinen ruhig und fest, es sei denn daß Frostwirkungen Tage treten, über deren Ursache und Beseitigung auf Seite 29 s Nöthige gesagt worden ist. Im Uebrigen beschränken sich e Oberbauarbeiten beim Frost im Winter auf Einrichten der pur, Auswechseln schadhafter Schienen und Zurücktreiben etwa rfahrener Schienen. Sobald jedoch Thauwetter eintritt, zeigen ch in der Regel plötzlich Mängel in der Höhenlage und der ichtung des Gleises, deren Beseitigung schleunigst erfolgen muß. iese Mängel treten meistens zuerst an Stellen ein, an denen er Kies nicht mehr hinreichend durchlässig und schon stark ver= hlammt ist. Würde man da nun zum Stopfen wieder dasselbe Material verwenden, so würde der Fehler bald wiederkehren nd schlimmer als zuvor werden. Denn durch die beim Stopfen ewirkte Auflockerung wird der schlammartige Unterbettungskies ehr wie zuvor geneigt sein, Regenwasser aufzunehmen und chwammartig festzuhalten. Dadurch werden aber die unter= iegenden Massen noch mehr aufgeweicht, die Schwelle kommt hohl zu liegen, sie pumpt den sich unter ihr bildenden Schlamm nach oben und es entstehen Zustände bei den

Abb. 136.

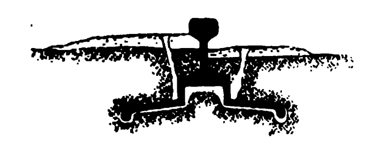


Abb. 137.

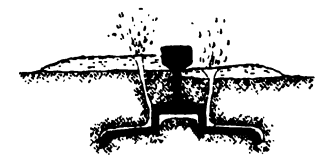
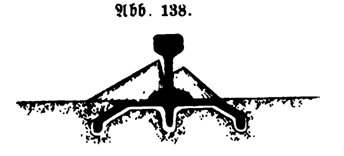
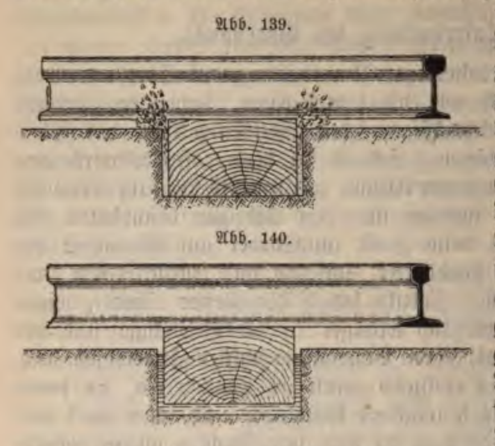


Abb. 138.



Schwellen des Langschwellenober= aues, wie sie in Abb. 136—138 argestellt sind. Aehnliche Er= cheinungen treten bei den voll= offrigen Schwellen des eisernen Querschwellenbaues, sowie, wenn uch in weniger ausgeprägter Weise beim hölzernen Querschwellen= au (*Abb. 139—140) ein.* Man bezeichnet dieselben allgemein

mit dem Namen „Suppen“ oder „Schlammpumpen“. An solchen Stellen ist es vor allen Dingen nothwendig, für gutes Stopfmaterial zu sorgen, den Schlamm auszugraben, weit fortzuwerfen, damit er, wenn er nachher getrocknet ist, nicht etwa wieder von den Arbeitern mit verwendet wird. Die fraglichen Stellen aber müssen mit gutem reinen Kies gestopft werden. Wenn man daher für den Winter oder das zeitige Frühjahr an einzelnen Puncten solche Vorgänge vermuthet, so soll man bemüht sein, im Herbst den nöthigen Kies oder Schotter sich schon zu besorgen.


Abb. 139.
Abb. 140.

§ 2. Sobald das Frühjahr hereinbricht und die groben durch den Winter hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten beseitigt sind, muß mit der vollständigen Durcharbeitung der Strecke begonnen, sowie mit etwaigem Umbaue des Gleises oder den größeren Auswechselungsarbeiten vorgegangen werden. Man muß sich dabei so einzurichten wissen, daß, falls man ländliche Arbeiter mit beschäftigt, diese so lange Zeit aus der Arbeit fortbleiben können, als nöthig ist, um ihre Felder zu bestellen. Im Sommer werden die Arbeiten fortgesetzt und dabei wiederum beim Eintritt der Ernte die Arbeiter soweit als thunlich ihren eigenen Arbeiten überlassen. Im Herbst muß dann das Gleis für den Winter vorgerichtet und nochmals genau durchgesehen werden; es ist dieses die Zeit, wo das Gleis in Bezug auf seine Richtung und Höhenlage nochmals sehr sorgfältig durchgearbeitet werden soll. Es müssen die im Frühjahr oder Sommer umgebauten Strecken wieder durchgestopft und, wenn nöthig, nachgebessert werden. Erst dann kann der Bahnmeister dem Winter ruhig entgegensehen.

§ 3. Im Besonderen möge über die auszuführenden Arbeiten Folgendes bemerkt werden.

Man theile die Bahnmeisterei, die bei zweigleisigen Strecken die durchschnittliche Länge von 10—12 km hat, bei eingleisigen je nach Umständen auch größer ist, in 3 Vorarbeiter-Bezirke (für etwaige größere Bahnhöfe mit Strecke würde ein vierter Vorarbeiter am Platze sein) und überweise jedem Vorarbeiter einen bestimmten Bezirk mit genau festgesetzten Grenzen. Es ist dieses von Werth, um den gegenseitigen Wetteifer der Vorarbeiter anzuspornen. Sobald zu Ende des Winters das Wetter die Stopfarbeit ermöglicht, werden den Vorarbeitern vom Bahnmeister die Stellen bezeichnet, welche zuerst aushülfsweise nachgestopft werden müssen. Es sind dabei zunächst die Stöße auszubessern, bei welchen sich die Anfahrtschwelle gesetzt hat und sog. „Oberschläge" entstanden sind. Ferner sind größere seitliche Abweichungen zu beseitigen, während längere Senken dem späteren durchgängigen Stopfen überlassen bleiben können.

§ 4. Beim durchgängigen Richten und Stopfen des Gleises wird wie folgt verfahren. Der Rottenführer tafelt mit einigen Leuten die auszuführende Strecke nach gegebenen Fixpuncten ab, setzt in Entfernungen von 20—30 m Höhenpfähle und zwar jedesmal gegenüber einem Schienenstoße, während dem die übrigen Arbeiter mit dem Ausheben des Kieses bis Schwellen-Unterkante beschäftigt sind. Die Schwellen werden dann auf ihre Beschaffenheit geprüft, nachgesehen, ob die Lager sich nicht so tief eingefahren haben, sie angefault oder durch Aufspalten so mangelhaft geworden sind, daß sie für Nägel oder Schwellenschrauben keinen sicheren Halt mehr bieten. In solchen Fällen müssen Auswechselungen erfolgen. Ebenfalls sind die Laschen und Bolzen nachzusehen und, wenn hier Mängel sich zeigen, dieselben zu beseitigen oder gleichfalls Auswechselungen vorzunehmen. Auch fehlende oder gebrochene Hakennägel oder Schwellenschrauben sind zu ersetzen. Besonderes Augenmerk ist darauf zu richten, daß die Schienen auf den Unterlagsplatten und die letzteren auf den Schwellen fest aufliegen, keine gebrochenen sich vorfinden, die Schienen nicht verfahren, d. h. gewandert sind und auch die Schwellentheilung noch richtig ist. Alsdann wird die Spur genau hergestellt, wozu man sich zweckmäßig des Spurrichters mit Spurmaaß von Geske oder des Schienenrichters mit selbstthätigem Spurmaaß von Altmann*) bedienen kann. Nachdem dann das

*) Ersterer zu beziehen durch das Patentbüreau von Richard Lüders Görlitz und letzterer durch Arthur Altmann, Rostock in Mecklenburg.

§ 8. Beim Hilf'schen Oberbau werden die
oder gebrochenen Klemmplatten, Winkel und Bolzen d
ersetzt, die Spurweite vermittelst der Querschwellenbo
Klemmplatten, Querverbindungsstangen genau richtig gest
etwaige Seitenkrümmungen ausgerichtet. Sobald dies
auf einige Schienenlängen ausgeführt ist, wird mit dem
des Gleises, dem das Nachstopfen zu folgen hat,
Gestopft wird beim Hilf'schen Oberbau, wie beim Obe
hölzernen Querschwellen, wechselseitig durch zwei Arb
zwar über die ganze Länge der Langschwelle gleichm
Denn wenn auch der Stoß der Langschwelle, we
dem Schienenstoß zusammenfällt, als schwacher Punct
sonders festere Lage erheischte, so erhält er doch durch
ihm vorhandene Querschwelle eine wesentlich größere
fläche, so daß hierdurch ein Ausgleich erzielt wird. D
schwelle darf man jedoch in dem mittleren Theile nicht
da sonst die in derselben vorhandene Krümmung, w
Neigung 1:20 der Schiene erhält, sich verändern wü
damit auch Spurerweiterungen entstehen müßten, die n
wieder zu beseitigen sein würden.

§ 9. Beim Haarmann'schen Langschwellen-O
werden ebenfalls von 4—5 Arbeitern die Laschenverb
nachgesehen, lose Bolzen angezogen, die großen und

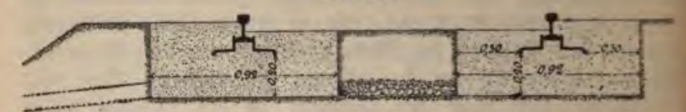
werden förmlich auf einander gestaucht, wodurch bei plötzlicher Erwärmung der Luft leicht Gleiseverwerfungen — das sind kurze seitliche Ausbiegungen — entstehen, die unter Umständen betriebsgefährlich werden können. Diese Uebelstände müssen durch Zurücktreiben der Schienen beseitigt werden und zwar schon, ehe sie zu sehr sich ausdehnen. Sehr zweckmäßig bedient man sich hierzu des Bauer'schen Schienenrückers*), mit dem diese Arbeit leicht und rasch von wenigen Arbeitern ausgeführt werden kann. Steht ein solches Geräth nicht zur Verfügung, so verfährt man wie folgt: Etwa 6 Schienenlängen von der Stelle, an welcher die Zwischenräume an den Stößen sich durch das Fortlaufen der Schienen außergewöhnlich vergrößert haben, wird eine Schiene gelöst und aufgehoben. Nachdem man dann die vorschriftsmäßigen Zwischenbleche in die erweiterten Stöße eingelegt, auch die Laschenbolzen und etwa vorhandene Vorstoßbleche oder sonst gegen Wandern angebrachte Vorrichtungen daselbst soweit gelöst hat, daß die Schienen sich gegenseitig bewegen können, stößt man mit der ausgehobenen Schiene, die gleichsam als Rammklotz benutzt wird, so lange gegen das freistehende Schienenende, bis die hinterliegenden 6 Stöße die richtige Weite erhalten haben. Dann wird die ausgehobene Schiene wieder eingelegt und 6 Schienenlängen weiter vor wieder eine Schiene ausgehoben und die Arbeit so lange fortgesetzt, bis man zu dem Theile kommt, an dem die zu eng gefahrenen Stöße sich befinden. Alsdann vertheilt man den gewonnenen Zwischenraum auf diese, bis endlich der normale Zustand des Gleises wieder erreicht ist. Die Befestigungsmittel der Schienen und Schwellen sind selbstverständlich nach jedem Rammen wieder anzuziehen. Diese Arbeiten können nur in größeren Zugpausen ausgeführt werden, andernfalls muß man durch Einfügung von Paßstücken, von denen jedoch keines kürzer sein darf als 2,0 m, das Gleis vorläufig wieder schließen. Durch diese Art des Schienentreibens, sowie auch durch diejenige mittelst Keilen, die zwischen die Schienenstöße geschlagen werden, kommen leicht Beschädigungen der Schienenköpfe vor, und ist es schon aus diesem Grunde rathsam, den oben erwähnten Schienenrücker anzuwenden.

§ 7. Beim durchgängigen Anheben, Richten und Stopfen des Langschwellenbaues wird in der Weise verfahren, daß der

*) Zu beziehen durch das Patentbüreau von Richard Lüders in Görlitz.

nicht nothwendig, wenn auch wünschenswerth, das Gleis in der ganzen Breite auszukoffern, sondern es genügt schon, wenn man so viel herausnimmt, als das Stopfen bedingt, also nach Abb. 141 eine

Abb. 141.



Breite von 0,92 m und eine Tiefe, die sich nach der Beschaffenheit des Bettungsmaterials richten muß. Beim Beseitigen des alten Kieses bis 0,2 m unter Schwellenunterkante würde man 0,55 cm auf den lfd. m Gleis gebrauchen. Bei sandigem Planum, sowie überhaupt bei einem Planum, dessen Oberfläche noch die ursprüngliche Form hat, vollzieht sich dann die Entwässerung des neueingebrachten Kieses und des Gleises von selbst durch das unterliegende reinere Bettungsmaterial, und geht auf der unveränderten geneigten Abdachung des Planums nach Außen. Muß man jedoch, wie es bei einem Planum aus Thon meist der Fall ist, annehmen, daß bereits eine Umbildung desselben stattgefunden hat, so ist es nöthig, wie in Abb. 134 angegeben ist, durch besonders eingelegte Stichrohre oder Steinrigolen eine seitliche Entwässerung noch besonders herzustellen.

§ 11. Das Auskoffern des verschlämmten Kieses wird wie folgt bewirkt. Man gräbt zunächst den alten Kies in der ganzen Gleisbreite bis Schwellenunterkante aus, siebt ihn durch, sofern er dazu geeignet ist und sich die Arbeit lohnt und wirft das gewonnene brauchbare Material ins Gleis. Den Durchwurf setzt man auf der Berme ab oder verwendet ihn noch besser gleich zur Verbreiterung des Bettungskörpers, was bei Dämmen stets, bei Einschnitten nur soweit angängig ist, als der Graben eine Einschränkung vertragen kann.

Erst dann empfiehlt es sich den neuen Kies anfahren zu lassen, den man bei zweigleisigen Strecken zweckmäßig in der Mitte zwischen den Gleisen lagert Dann wählt man nach Verständigung mit den benachbarten Stationen entsprechende Zugpausen aus und trifft Fürsorge, daß das betreffende Gleis jedesmal vorschriftsmäßig abgesperrt ist. An jede Schienenlänge Gleis treten alsdann zwei Arbeiter, so daß an jeder Langschwelle ein Arbeiter beschäftigt wird. Stehen hinreichend Leute zur Verfügung und sind die Zugpausen kürzer, so kann

Gleises bewirkt werden. Aus diesem Grunde erfordert das Heben und Stopfen des Haarmann'schen Langschwellen-Oberbaues ganz besondere Vorsicht seitens des Vorarbeiters und muß das Spurmaaß fleißig dabei gebraucht werden. Ist das Gleis an einer Querverbindung zu eng, wie es leider häufig vorkommt, so genügt das Anheben der Mitte derselben, um eine Vergrößerung der Spurweite um 5—15 mm zu erzielen. Die verhältnißmäßig tiefe Lage der Schwelle ist ein Mangel dieser Bauweise und ist es deshalb zur Erhaltung einer ordnungsmäßigen Spur nothwendig, Spurstangen in größerer Anzahl durch den Schienensteg anzubringen.

Das frisch gestopfte und gerichtete Langschwellengleis läßt man einige Tage unverfüllt liegen, es zeigen sich dann etwa schlecht gestopfte Stellen ganz deutlich. Nach 5—6 Tagen geht man die Strecke nochmals mit Stopfen und Nachrichten durch und verfüllt sie alsdann ordnungsmäßig.

§ 10. Ausgraben des zerfahrenen und verschlämmten Kieses. Wie rein und gut anfänglich auch das Stopfmaterial gewesen sein mag, im Laufe der Jahre wird dasselbe durch das wiederholte Stopfen mehr und mehr zerkleinert und in eine feine staubähnliche Masse verwandelt, die dann, auch noch durch aufliegenden Mutterboden und sonstige Staubtheile vermehrt, bei Hinzutreten von Nässe schlammig wird und dadurch den Kies so undurchlässig macht, daß das Himmelwasser weder abfließen noch eindringen kann. Der größte Nachtheil dieser Verunreinigung liegt aber darin, daß, wenn dieses verunreinigte Stopfmaterial wieder zum Stopfen verwendet wird, es beim Hinzutreten von Regen oder Schmelzwasser unter der Schwelle wieder aufgeweicht und dann durch das Befahren des Gleises förmlich herausgepumpt wird. Dadurch entstehen jedesmal wieder neue Senkungen im Gleise. Diese Uebelstände treten am schlimmsten auf bei vollkoffrigen eisernen Schwellen und zwar sowohl bei Langschwellen, als bei Querschwellen. Sie sind bei der Haarmann'schen Hutschwelle am schlimmsten, weniger beim Hilf'schen Oberbau und noch weniger bei der graden Unterfläche der Holzschwelle. Alle Entwässerungsmaßregeln, Oberflächenentwässerung, wie Entwässerungen des Planums, schaffen keine hinreichende Abhülfe; nur durch vollständige Beseitigung des neben und unter der Schwelle befindlichen verschlämmten und zermahlenen Bettungs- und Stopfmaterials und Ersatz desselben durch reinen grobkörnigen Kies oder Steinschotter kann geholfen werden. Es ist dabei

verschlägt, daß die Bruchstelle mitten auf die Schwelle zu liegen kommt und jedes Ende dann durch 2 Nägel gehörig befestigt wird. Liegt der Bruch zu weit ab, um eine Schwelle verschlagen zu können, so legt man ein kurzes Schwellenstück unter die Bruchstelle, verfährt dann wie vor und stopft das Schwellenstück gehörig an. Besser und rascher kann man helfen, wenn man einen Schienenbruchverband*) anlegt, der mittelst zweier Laschen die Bruchstelle seitlich umfaßt und hinreichend sichert.

Zur Auswechselung einer schadhaften Schiene ist es zunächst nöthig, eine passende Schiene zur Stelle zu schaffen. Dann sperre man die Strecke vorschriftsmäßig ab, löse die Laschen und überzeuge sich davon, daß beiderseits der auswechselnden Schiene hinreichende Zwischenräume vorhanden sind. Es kommt nämlich, hauptsächlich an heißen Sommertagen, oft vor, daß nach dem Lösen der Laschen von beiden Seiten die Schienen sich ausdehnen und nach den gelösten Stößen zusammenschließen. Man sei daher vorsichtig und überzeuge sich vor dem Herausnehmen der alten Schiene, oder doch ehe man die neue Schiene passend haut, daß letzterer auch richtig zwischenpaßt. Selbstverständlich muß die neu einzulegende Schiene zu den Nachbarschienen passen, d. h. es darf keine neue Schiene zwischen solche gelegt werden, bei denen die Köpfe bereits abgefahren sind, sondern nur eine alte, die entsprechend abgenutzt ist. Das Auswechseln einer Schiene erfordert $^1/_3$—$^1/_2$ Tagewerk. Mit dem Auswechseln von eisernen Langschwellen ist im Allgemeinen ähnlich zu verfahren.

Beim Auswechseln einzelner Querschwellen sind im Allgemeinen besondere Sicherungsmaßregeln nicht nöthig, man muß nur Langsamfahrsignale ausstellen, die Stationen benachrichtigen und im Uebrigen darauf halten, daß die auszuwechselnde Schwelle bis zur Ankunft des nächsten Zuges durch die neue ersetzt und diese auch etwas angestopft ist. Beim umfangreicheren Einbau von Querschwellen im Zusammenhange ist wie beim Umbau des Gleises zu verfahren. Je nach der Beschaffenheit des Kieses erfordert das Auswechseln und Stopfen einer Schwelle $^1/_4$—$^1/_3$ Tagewerk.

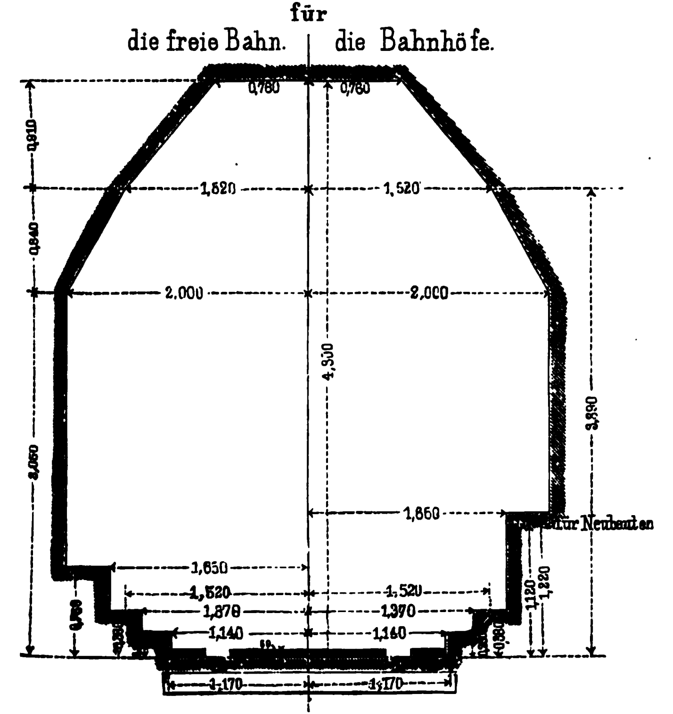
§ 13. Schließlich sei auch noch der Freihaltung des lichten Raumes über dem Gleise gedacht. Die Umgrenzungslinie ist in Abb. 142 für die freie Bahn, wie für die Bahnhöfe dargestellt. Abb. 143 giebt die Spurrinne in etwas größerem Maaß-

*) Patentschienenbruchverband von Bahnmeister Wingen in Halle in W.

:. Dabei wird bemerkt daß die hinter den unteren Stufen jezogene schräge Linie Abb. 142 nur für Neubauten gültig ist. Umgrenzungslinie muß auf der Strecke und den Bahnhöfen } frei und offen gehalten werden. Es ist dieses besonders

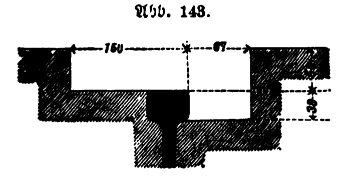
Abb. 142.

Umgrenzung des lichten Raumes für die freie Bahn. | die Bahnhöfe.



der Instandsetzung der Bordsoellen der Bahnsteige, beim fstellen von Glockenbuden und egraphenstangen, sowie bei Ueberführungen deshalb mders zu beachten, als sehr ht bei Arbeiten, die erst nach Eröffnung der Bahn ausührt werden, *Einengungen* vorkommen oder bei Unterführungen

Abb. 143.



Abmessungen der Spurrinne.

das Gleis zu hoch angehoben wird. Deshalb ist es g
Mauerwerke jeder Ueberführung ein sichtbares Merkzeic
machen, über welches die Schienenoberkante nie gehoben
darf. Bei Gleisekrümmungen in Tunneln oder durch
führungen muß man beachten, daß durch die Ueberhöhu
Gleises die Umgränzungslinie sich mit dem Gleise herüb
und muß deshalb die Breitenmaaße nicht von der Lothlin
messen, sondern von der Linie, die winkelrecht zur Oberflä
Schienen steht. Das größte Breitenmaaß der Umgrenzun
ist zwar 4 m und sollte man danach auch wohl annehme
bei zweigleisigen Strecken die Gleise 4 m von Mitte zu
von einander abstehen. Dieses ist aber nicht der Fall, s
die Entfernung beträgt nur 3,5 m und sind dementsp
auch die über die Bahn geführten Brücken und Tunn
in der hierfür entsprechenden Breite ausgeführt.

§ 14. Zur Besichtigung und Prüfung
Strecke, sowie zur Ueberwachung der ihm unterstellten B
und Arbeiter muß der Bahnmeister die Strecke ganz oder
weise täglich oder alle 2 Tage begehen oder mit dem Zuge b
Die von den Eisenbahn-Verwaltungen in dieser Beziehu
lassenen Vorschriften weichen vielfach von einander ab und s
nur darin überein, daß der Bahnmeister für die Sicherheit
Strecke verantwortlich ist. In richtiger Erkenntniß diese
Bahnmeister obliegenden großen Verantwortlichkeit ist es
Pflicht, seine Strecke so oft und so eingehend zu bereise
er es danach für nöthig hält. Erheischt es die Si
des Betriebes, so soll der Bahnmeister unbekümmert u
und Stunde auf seiner Strecke anwesend und thätig sein,
mit offenem Auge und klarem Blick sehen und beobachte
ruhiger Ueberlegung, aber doch mit Entschlossenheit u
stimmtheit handeln und rechtzeitig eingreifen, damit
vermieden wird und die Sicherheit des Betriebes in
Maaße gewahrt bleibt.

Wie daher der Zustand der Strecke oft eine mehrmalige
sung des ganzen Bezirks oder einzelner Theile desselben tägli
wendig machen und die längere Anwesenheit des Bahnmeis
heischen kann, so wird andererseits an manchen Tagen eine Be
entweder ganz ausfallen oder auf eine Fahrt im Zuge o
einer Maschine sich beschränken lassen können. Die Fahrt
der Maschine, hauptsächlich der schnell fahrenden Züg

ıehin häufig nothwendig, da man dabei etwaige Unregelmäßig- :en im Gleise leichter bemerken und herausfinden kann. Bei hrten im Zuge ist es empfehlenswerth, hauptsächlich in Gefäll- ecken, die Fahrgeschwindigkeit des Zuges festzustellen, da die ige häufig zu rasch fahren und dadurch das Gleis schädigen. ie Geschwindigkeit erhält man unmittelbar in km für die tunde, wenn man die Schienenstöße zählt, welche in der Zeit n 3,6 × der vorhandenen Schienenlänge in Secunden über- hren werden. Bei 9 m Schienenlänge muß man also 9 × 3,6 ecunden = 32,4 Secunden lang die Stöße zählen und ist nn die gefundene Zahl gleich der Geschwindigkeit des Zuges km auf die Stunde.

5. Die Weichen und Gleisekreuzungen.

§ 1. Bezüglich der geschichtlichen Entwickelung der Weichen öge wieder auf die unten angegebene Quelle*) verwiesen werden.

Bei der Verschiedenartigkeit der bei den Eisenbahnverwal- ıngen üblichen Bauweisen, mögen im Folgenden nur die seit 887 bei den Preußischen Staats-Eisenbahn-Verwaltungen ein- :führten Normal-Weichen besprochen werden. Hierbei muß :doch zugleich bemerkt werden, daß bezüglich der allgemeinen łeschreibung der Weichen und Gleisekreuzungen auf das unten :rmerkte Lehrbuch**) „Katechismus für den Weichenstellerdienst" :rwiesen werden muß und vorausgesetzt wird, daß der Bahn- ıeister-Aspirant, der ohnehin die Instruction des Weichenstellers issen soll, dieses Büchlein vorher eingehend kennen gelernt hat.

§ 2. Aus den allgemeinen Grundsätzen, welche beim ntwurf und bei Erbauung der Weichen befolgt sind, möge olgendes hervorgehoben werden:

a. Auf Hauptbahnen sollen in der Regel nur Weichen mit Herzstückneigung 1 : 10 und 1 : 9 verwendet werden.
b. Die Zunge des ablenkenden Gleises ist gekrümmt, die des graden Gleises grade, es werden daher Rechts- und Linksweichen unterschieden.
c. Vor dem mathematischen Schnittpuncte der Herz- stückspitze ist eine grade Linie von mäßiger Länge eingeschaltet.

*) Die Fortschritte im Eisenbahnwesen, Verlag von J. F. Berg- ınn, Wiesbaden. Preis 2,40 Mk.

*) Katechismus für den Weichenstellerdienst, 5. Auflage. Ein hr- und Nachschlagebuch. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 1,40.

d. Bei allen Weichen ist der Zungenausschlag gleich groß angenommen.
e. Als Backenschiene ist die 134 mm hohe Normalschiene (1885) verwendet. Der Querschnitt der Zungenschiene ist hutförmig und hat eine Höhe von 100 mm.
f. Im Bereiche der Weichen und Gleisekreuzungen ist von der geneigten Stellung der Schienen (1 : 20) Abstand genommen.
g. Die Weichen und Kreuzungen sind auf Querschwellen gelagert und so angeordnet, daß sie unverändert auf hölzernen, wie auf eisernen Schwellen verlegt werden können.
h. Das Herzstück ist nicht umwendbar hergestellt, um eine kräftige Verlaschung anwenden zu können. Andere Herzstückarten sind dabei jedoch nicht ausgeschlossen.
i. Der Weichenbock hat ein um eine senkrechte Ebene umzulegendes Gewicht erhalten.

a. Berechnung der einfachen Weiche 1 : 10.

Abb. 11, Tafel II.

§ 1. Bei Berechnung der Weiche sind folgende Annahmen gemacht worden.

Der Halbmesser des Bogens für den äußeren Schienenstrang der Weiche mit der Herzstückneigung 1:10 ist zu 245 m festgesetzt; der Anschlagwinkel der zugehörigen Zunge ist möglichst klein und zwar zu $\varphi = 33$ Minuten gewählt. Der Herzstückwinkel ergiebt sich bei einer Neigung von 1:10 zu $\alpha = 5^0\ 42'\ 38{,}13''$. Die Entfernung der Zungenspitze k, Abb. 144, vom nächsten Stoß s vor derselben ist sk = 0,500 m und die Spurerweiterung an diesem Stoß zu 6 mm, an der Zungenspitze = 10 mm angenommen, wohingegen die Erweiterung in der Weichencurve selbst 15 mm sein soll. Der Anfang des Kreisbogens liegt in l, Abb. 144, wobei der Halbmesser lt senkrecht zur Gleisachse steht. Hiernach berechnen sich die übrigen Abmessungen wie folgt:

a. Aeußerer grader und äußerer krummer Strang.

$$\alpha - \varphi = 5^0\ 42'\ 38{,}13'' - 33' = 5^0\ 9'\ 38{,}13''$$

$$\frac{ak}{R} = \sin \varphi;\ ak = 245 \,.\, \sin 33'$$

$$ak = 245 \,.\, 0{,}009599 = 2{,}3518\ m = a_1 k_1$$

Aus dem Dreieck **akt** Abb. 144 folgt ferner:

$$\frac{at}{R} = \cos \varphi; \; at = 245 . \cos : 33'$$

$$\mathbf{at} = 245 . 0{,}999954 = 244{,}9887$$

$$\mathbf{al} = R - at = 245 - 244{,}9887 = 0{,}0113 \text{ m}$$

Die Länge des Bogens lk ergiebt sich aus der Proportion:

$$\frac{\text{Bogen lk}}{\text{Halbkreis } R . \pi} = \frac{\text{Centriwinkel } \varphi}{\text{Centriwinkel des Halbkreises} = 180^0}$$

$$\text{Bogen lk} = \frac{R . \pi . \varphi}{180^0}.$$

Die Werthe für $R = 245$, $\varphi = 33'$ und $\pi = 3{,}14159$ gesetzt ergiebt

$$\textbf{Bogen lk} = 2{,}35183.$$

Auf dieselbe Weise erhält man die Länge des Bogens le:

$$\frac{\text{Bogen le}}{\text{Bogen } R\pi} = \frac{\alpha}{180^0}$$

$$\textbf{Bogen le} = R . \pi . \frac{5^0 \, 42' \, 38{,}13''}{180^0} = 24{,}41882 \text{ m}$$

Durch Subtraction ergiebt sich

$$\textbf{Bogen ke} = \text{Bogen le} - \text{Bogen lk} = 22{,}067 \text{ m}.$$

Zieht man vom Endpuncte des Bogens e eine Parallele ım graden Gleise qe, so ergiebt sich aus dem rechtwinkligen reieck qet:

$$\frac{qe}{et} = \sin \alpha; \; et = R$$

$$\mathbf{qe} = R . \sin \alpha = 24{,}37841,$$

ie Länge qt aus

$$\frac{qt}{et} = \cos \alpha; \; et = R$$

$$\mathbf{qt} = R . \cos \alpha = 245 . \cos 5^0 \, 42' \, 38{,}13'' = 243{,}784 \text{ m}$$

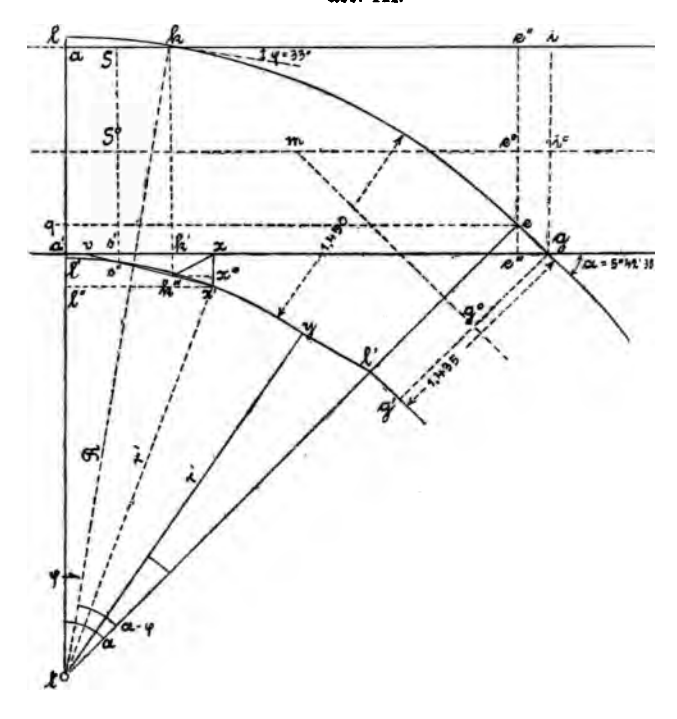
nd $\mathbf{ql} = R - qt = 1{,}21589.$

Das Maaß $ee_{,,,}$ vom Tangentenpuncte e bis zur Fahrkante er nächsten Schiene ergiebt sich aus der Spurweite, vermindert um e''. Letztere Größe ist aber $= aq$ und diese wieder $= ql - al$, mit ist also

$$\mathbf{e''' \, e} = 1{,}435 - ql + al = 0{,}2304$$

Die Länge der Graden vor dem Herzstück eg berechnet sich s dem Dreieck $ee'''g$ mit

Abb. 144.



$$\frac{ee_{\prime\prime\prime}}{eg} = \sin\alpha$$

$$\mathbf{eg} = \frac{ee_{\prime\prime\prime}}{\sin\alpha} = 2{,}31549$$

$$e_{\prime\prime\prime}\mathbf{g} = 10 \,.\, e_{\prime\prime\prime}e = 2{,}3040.$$

Die Entfernung (Abscissenlänge) von der Zungenspitze zur Spitze des Herzstückes ki erhält man nunmehr zu

$$\mathbf{ki} = qe + e_{\prime\prime\prime}g - ak = 24{,}33061$$

$$\mathbf{ski} = ki + 0{,}500 = 24{,}83061.$$

Die Länge des krummen Stranges von der Zungens bis zur Herzstückspitze setzt sich zusammen

keg = Bogen ke + Grade eg = 24,38248

und die Länge vom Stoß vor der Zunge bis zur Herzstück

skeg = 0,500 + keg = 24,88248.

b. Mittellinie.

§ 2. Die Länge mg^0, Abb. 144, ist gleich mi^0, da die Längen i^0g und gg^0 einander gleich, nämlich = der halben Spurweite sind $= \frac{1,435}{2} = 0,7175$ und der Winkel α gleich dem Winkel i^0mg^0 ist. Denkt man sich von m nach g eine Linie gezogen, so erhält man zwei rechtwinklige Dreiecke, in welchen die Winkel i^0mg und gmg^0 einander gleich und jeder $= \frac{\alpha}{2}$ ist. Dann findet man

$$\frac{gg^0}{mg^0} = tg\frac{\alpha}{2} = tg\,2^0\,51'\,19,0668''$$

$$mg^0 = \frac{0,7175}{tg\,2^0\,51'\,19,0668''} = 14,38579\,m = mi^0.$$

Die Länge von s^0m ergiebt sich durch Subtraction, mit Rücksicht darauf, daß $si = s^0i^0$ ist,

$$s^0m = si - mi^0 = 10,44483.$$

b. Berechnung einer Kreuzungsweiche 1 : 10.

Abb. 12, Tafel II.

Aeußerer krummer Strang.

§ 1. Es ist angenommen, daß die Weichencurven rechts und links der Verbindungslinie der Kreuzungsherzstücke einander vollständig congruent sind, und daß die Zungenvorrichtungen der einen Seite so verlegt werden, daß die Verbindungslinie der gleichartigen Puncte, also ss' und kk', hh' und bb' senkrecht zur Weichenachse gi stehen. Den Anfang der Backenschienen bezeichne s und s'', die Zungenspitzen k und k'', sowie l den Anfang des Kreisbogens des äußeren Stranges, wobei der Halbmesser lt senkrecht zu gb steht. Der Anschlagwinkel der Zunge mit der Backenschiene ist wieder $\varphi = 33'$, der Herzstückwinkel $\alpha = 5^0\,41'\,38,13''$, während q das Ende der Backenschiene bezeichnet.

Der Halbmesser des äußeren Kreises ist, wie bei der einfachen Weiche, R = 245,00, derjenige des inneren = 243,55, das Maaß sk von Zungenspitze bis zum Stoß der Backenschiene = 0,500, die Spurerweiterung an der Zungenspitze k'k'' = 0,010, am Stoß vor der Zunge s's'' = 0,006.

Aus der Berechnung der einfachen Weiche kann ohne Weiteres entnommen werden

$$ak = a'k' = 2{,}35180$$
$$al = 0{,}01129$$
$$a'l' = 0{,}0037; \; vs' = 0{,}7500$$
$$k''x' = 2{,}79067.$$

Die Entfernung des einfachen Herzstückes vom Doppelherzstück berechnet sich, da gg' = der Spurweite = 1,435 und Winkel $gb'g'$ gleich Winkel α ist zu

$$\frac{gg'}{gb'} = \sin\alpha$$
$$\mathbf{gb'} = gb = \frac{gg'}{\sin\alpha} = \frac{1{,}435}{0{,}099504} = 14{,}42157.$$

Die Länge **b'g'** ist = 10 g'g, da das Herzstück die Neigung 1 : 10 hat, = 14,35. Die Länge der Weichenachse gi bestimmt sich aus dem Dreieck gmb

$$\frac{mg}{bg} = \cos\frac{\alpha}{2}$$
$$mg = 14{,}42157 \,.\, \cos 2^0\, 51'\, 19{,}065''$$
$$\mathbf{mg} = 14{,}40367; \; gi = 28{,}80734.$$

Die Entfernung der beiden Kreuzungsherzstücke bb' berechnet sich auf ähnliche Weise

$$\frac{mb}{bg} = \sin\frac{\alpha}{2}; \; mb = bg \,.\, \sin\frac{\alpha}{2}$$
$$bb' = 2 \,.\, mb = 2\, bg \,.\, \sin\frac{\alpha}{2}$$
$$\mathbf{bb'} = 28{,}84314 \,.\, 0{,}049813 = 1{,}43678.$$

Zur Berechnung der halben Sehne kh" denke man sich den Punct k mit dem Mittelpunct t des Kreises verbunden, so erhält man ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Winkel am Mittelpunct

$= \frac{\alpha}{2} - \varphi$ ist, es ist dann

$$\frac{kh''}{kt} = \sin\left(\frac{\alpha}{2} = \varphi\right) = \sin 2^0\, 18'\, 19{,}065''$$
$$kh'' = 245 \,.\, 0{,}040224$$
$$\mathbf{kh''} = 9{,}85492 \text{ m}.$$

Nunmehr ist bh" aus dem Dreieck bh"k zu ermitteln

$$\frac{bh''}{kh''} = tg\frac{\alpha}{2} = 0{,}049876$$

$$\mathbf{bh''} = 0{,}49153.$$

Die Bogenhöhe hh" ergiebt sich, wenn man zunächst die
ge h"t aus dem Dreieck kh"t ermittelt mit

$$\frac{h''t}{r} = \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \varphi\right)$$

$$\mathbf{h''t} = 244{,}80172$$ und durch Subtraction

$$hh'' = 245 - 244{,}80172$$

$$\mathbf{hh''} = 0{,}19828,$$

der Bogenabstand $\mathbf{bh} = bh'' - hh'' = 0{,}29324.$

Die Länge des Bogens kh ergiebt sich aus der Proportion

$$\frac{\text{Bogen } kh}{2^0\,18'\,19{,}065''} = \frac{245\,.\,\pi}{180}$$

Bogen $\mathbf{kh} = 9{,}85758;$

das Maaß $\mathbf{kr} = bm - bh'' = 0{,}22687.$

$$\mathbf{kk'''} = 2\,.\,kr = 0{,}45374.$$

Die Länge kb = k'b' erhält man aus dem rechtwinkligen
ieck kbh", denn

$$\frac{kh''}{kb} = \cos\frac{\alpha}{2}$$

$$\mathbf{kb} = \frac{kh''}{\cos\frac{\alpha}{2}} = k'b' = 9{,}86717.$$

Die Entfernung des einfachen Herzstückes von der Zungen-
ze ist

$$\mathbf{gk} = bg - kb = 14{,}4216 - 9{,}86717 = 4{,}5544.$$

Da der Stoß der Backenschiene 0,500 m vor der Zungen-
pitze liegt, so ist

$$sg = gk - 0{,}5 = 4{,}0544.$$

Aus dem Dreieck ss^{0}g erhält man

$$\frac{s^0g}{sg} = \cos\frac{\alpha}{2} = 0{,}998759$$

$$\mathbf{s^0g} = 4{,}04937$$ und ebenso

$$\frac{ss^0}{sg} = \sin\frac{\alpha}{2} = 0{,}049813$$

$$ss^0 = 0{,}20197.$$

$$\mathbf{gr} = gm - rm = gm - kh'' = 4{,}5488.$$

Aus dem Dreieck $gg'g''$ ergiebt sich

$$\frac{g'g''}{gg'} = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$$

$$g'g'' = gg' \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = 1{,}435 . 0{,}049876 = 0{,}07157.$$

Die Entfernung g' bis zum Schienenstoß s' ist gleich

$$g's'' = gs - g'g'' = 4{,}0544 - 0{,}07157 = 3{,}98283.$$

Die Berechnung der Weichen mit Herzstückneigung 1:9 schließt sich dem Vorstehenden im Allgemeinen an, so daß eine Herleitung der einzelnen Rechnungswerthe nicht erforderlich erscheint. Die bei den letzteren Weichen zu Grunde gelegten Annahmen, sowie die wesentlichsten Rechnungsgrößen sind gleichfalls auf Tafel II vermerkt.

c. Abmessungen der Weichen.

§ 1. Die hauptsächlichsten Abmessungen der Weichen und deren wichtigsten Einzelheiten ergiebt die folgende Zusammenstellung:

Nr.	I. Die einfache Weiche.	Für die Weiche mit Herzstück 1 : 10	1 : 9
	A. Die Zungenvorrichtung.	mm	mm
1	Länge der Backenschienen	7000	6200
2	Der Querschnitt der Backenschienen ist gleich dem der preußischen Schienen mit 134 mm Höhe (Oberbau 1885).		
3	Länge der Zungen.	5800	5000
4	Der Querschnitt der Zungenschienen ist hutförmig und hat		
	eine Höhe von	100	100
	eine Kopfbreite von	58	58
	eine Fußbreite von	114	114
5	Entfernung des vorderen Schienenstoßes der Backenschienen von der Zungenspitze	500	500
6	Jede Hälfte einer Zungenvorrichtung liegt auf einer Blechplatte, deren Stärke beträgt	13	13
7	Die Zungenspitze ragt über die Blechplatte hinweg um	562	562
8	Die Anlage der Zungen an den Backenschienen ist gradlinig.		
9	Behufs Verstärkung der Zungenspitze ist der Kopf der Backenschiene abgeschrägt.		

		Für die Weiche mit Herzstück 1 : 10	1 : 9
		m	m
	Die Zunge des ablenkenden Gleises ist gekrümmt nach einem Kreisbogen mit dem Halbmesser von	245	190
	Anschlagwinkel der Zungenspitze gegen die Backenschiene	33′	40′
	Lichte Weite der Spurrinne zwischen der Backenschiene und der Zunge am Zungendrehpuncte	mm	mm
	bei der krummen Zunge	65	64
	bei der graden Zunge	81	80
3	Gesammte Ablenkung der gekrümmten Zunge am Drehpuncte	123	122
4	Spurerweiterung 1,25 m vor der Zungenspitze .	0	0
5	Spurerweiterung am vorderen Stoße der Backenschienen	6	6
16	Spurerweiterung an der Zungenspitze	10	10
17	Spurerweiterung an dem Puncte, wo sich der Kopf der Zunge von der Backenschiene trennt		
	im graden Gleise	0	0
	im Weichengleise	15	15
18	Spurerweiterung am Zungendrehpuncte		
	im graden Gleise	0	0
	im Weichengleise	15	15
19	Die Zungenwurzel-Befestigung ist nußförmig (sog. Elberfelder Bauart); andere Wurzelbefestigungen sind nicht grundsätzlich ausgeschlossen.		
20	Der Hub der Weichenzugstange beträgt	140	140
	B. Das einfache Herzstück.		
21	Das Herzstück ist in Flußstahl in einem Stücke gegossen, nicht umwendbar, und hat:		
	eine Höhe von	134	134
	eine Länge von Stoß zu Stoß von .	2250	2200
	eine Länge von der mathematischen Spitze bis zum hinteren Stoße derselben von	1460	1460
22	Die Spitze des Herzstückes ist bei wagerechter Führung der Laufkante der Flügelschienen, entsprechend der Form der neuen Radreifen, erniedrigt um	4,5	4,5
23	Bei hölzerner Unterschwellung sind unter dem Herzstücke und den gegenüberliegenden Schienen mit Radlenkern auf jeder Schwelle Unterlagsplatten anzuwenden.		
24	Die Stöße des Herzstückes sind unterschwellt und verlascht.		

Nr.		Für die Weiche mit Herzstück 1:10	1:9
		mm	mm
25	Zwischen den Anschlußschienen, sowie den Radlenkern und den neben denselben liegenden Fahrschienen sind passende Gußstücke einzulegen.		
26	Weite der Spurrinnen neben der Spitze und am Knie	49	49
27	Entfernung der Fahrkante des Herzstückes von den gegenüberliegenden Leitkanten der neuen Radlenker (gemessen 14 mm unter Schienenoberkante)	1394	1394
28	Dieselbe soll bei der zulässig größten Abnutzung der Radlenker nicht weniger betragen als . .	1390	1390
29	Länge der Radlenker	3500	3500
30	Der mittlere Theil des Radlenkers liegt auf einer Länge von	1000	1000
	der führungslosen Stelle des Herzstückes gegenüber und parallel zur nebenliegenden Fahrschiene. An den Enden dieses mittleren Theiles ist der Radlenker so geknickt, daß die Leitkante auf weitere 1 m Entfernung um 11 mm von der Graden unter Erweiterung der Spurrinne auf .	52	52
	abweicht. Durch nochmaligen Knick an diesen Stellen werden die Enden des Radlenkers so abgebogen, daß die Leitkanten am Ende einen Abstand von der Fahrschiene haben von . .	75	75
	C. Allgemeines.		
31	Länge der Graden vor der mathematischen Herzstückspitze	2315	2588
32	Die Spurerweiterung im krummen Gleise beträgt	15	15
33	Die Spurerweiterung im krummen Gleise verläuft nach dem Herzstücke und beträgt bei diesem wie im graden Gleise überhaupt	0	0
34	Der Halbmesser der Krümmung im ablenkenden Gleise zwischen Zunge und Herzstück beträgt .	m 245	m 190
35	Entfernung von der Spitze der graden Zunge bis zur mathematischen Herzstückspitze	24,331	21,343
36	Entfernung vom vorderen Stoße der Backenschienen bis zum Mittelpuncte der Weiche	10,448	8,891
37	Entfernung vom Mittelpuncte bis zur Herzstückspitze (mathematischer Schnittpunct)	14,386	12,955

Bemerkung: Bei etwaiger anderer Bauart des Herzstückes sind die Vorschriften in Nr. 21 und 24 nicht bindend.

c.		Für die Weiche mit Herzstück	
		1:10	1:9
		m	m
8	Entfernung vom Mittelpuncte bis zum hinteren Stoße der hinteren Anschlußschienen . . .	19,571	18,028
9	Ganze Baulänge der Weichen — vom vorderen Stoße der Backenschienen bis zum Gleisestoße hinter dem Herzstücke (hinter den Anschlußschienen) —	30,019	26,919

II. Die Kreuzung.

A. Die einfachen Herzstücke.

		Kreuzung	
		1:10	1:9
		mm	mm
1	Für die einfachen Herzstücke gelten gleichmäßig die Vorschriften unter I B.		
	B. Die Doppelherzstücke.		
2	Länge des Doppelherzstückes von Stoß zu Stoß .	2800	2600
3	Länge der Herzstückspitzen des Doppelherzstückes vom mathematischen Schnittpuncte der Fahrkanten bis zum Stoße)	1400	1300
4	Bei hölzerner Unterschwellung sind auch unter den Doppelherzstücken auf jeder Schwelle Unterlagsplatten anzuwenden, sofern nicht an deren Stelle eine gemeinsame Grundplatte angeordnet ist.		
5	Vorschriftsmäßige Weite der Spurrinne zwischen den Herzstückspitzen (Fahrkante) und dem daneben liegenden Radlenker	45	45
6	Größte zulässige Weite derselben nach Abnutzung der Kanten	49	49
7	Weite der Spurrinne zwischen den äußeren Fahrschienen und den nicht befahrenen Leitkanten der Herzstückspitzen	50	50
8	Entfernung der Fahrkante des einen Doppelherzstückes bis zur Leitkante des Radlenkers am gegenüberliegenden Doppelherzstücke		
	bei neuen Radlenkern	1390	1390
	bei abgenutzten nicht weniger als . .	1386	1386
9	Die Radlenker der Doppelherzstücke sind überhöht um	50	50
	C. Allgemeines.		
0	Die Spurweite in den sich kreuzenden graden Gleisen beträgt an allen Puncten	1435	1435
		m	m
1	Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zum hinteren Stoße der einfachen Herzstücke (gemessen in der Mittellinie eines Gleises) .	19,412	16,554

Nr.		Kreuzung 1:10	Kreuzung 1:9
		m	m
12	Ganze Baulänge der Kreuzung in jedem der sich kreuzenden Gleise zwischen den hinteren Stoßmitten der Anschlußschienen hinter den einfachen Herzstücken	38,824	33,10[illegible]
13	Die Schwellen im mittleren Theile sind senkrecht zur Achse der Kreuzung verlegt; die eisernen Schwellen unter den einfachen Herzstücken sind senkrecht zu einer Gleisachse angeordnet, damit die Schwellen der einfachen Weiche Verwendung finden können.		
	III. Die Kreuzungsweiche.		
	A. **Die Zungenvorrichtungen.**		
1	Die Zungenvorrichtungen der Kreuzungsweichen sind mit der in Nr. 2 bis 4 nachstehend bezeichneten Ausnahme genau gleich den Zungenvorrichtungen der einfachen Weiche; es gelten also die Vorschriften in I A gleichmäßig.		
2	Bei der einhebeligen doppelten Kreuzungsweiche werden an zwei Zungenvorrichtungen die Zungenkloben nur 70 mm (anstatt 470 mm) von der Zungenspitze entfernt angebracht, außerdem wird an der Spitze jeder gekrümmten Zunge der Fuß auf 180 mm Länge seitlich abgeschrägt.		
3	Bei der zweihebeligen doppelten Kreuzungsweiche werden besondere Verbindungsstangen mit Kuppelungsplatte, an Stelle der gewöhnlichen eingezogen.		
4	Die Unterschwellung ist gleichmäßig mit der Unterschwellung der Kreuzung (vergl. II C Nr. 13) angeordnet. Aus diesem Grunde bezw. aus Rücksichten für die gute Lagerung und Befestigung der Zungenvorrichtung sind die beiden Hälften jeder Zungenvorrichtung um 72 mm bei 1:10 und um 80 mm bei 1:9 gegeneinander verschoben; es liegen mithin die Stöße der Backenschienen an derselben Zungenvorrichtung nicht genau gegenüber, sondern um 72 mm bezw. 80 mm aus dem Winkel.		

		Für die Weiche mit Herzstück 1 : 10	1 : 9
	B. Die Herzstücke.	mm	mm
	Für die einfachen und Doppelherzstücke gelten die in I B und II B gegebenen Vorschriften gleichmäßig.		
	C. Allgemeines.		
6	Spurerweiterung in den krummen Weichengleisen	15	15
7	Spurerweiterung in den graden sich kreuzenden Gleisen zwischen den Zungenvorrichtungen und an den einfachen Herzstücken	0	0
8	Halbmesser der Krümmung in den Weichengleisen zwischen den Zungenvorrichtungen (Stößen der Backenschienen	m 245	m 230
9	Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zur Zungenspitze (gemessen in der Achse der Kreuzung)	9,858	8,994
0	Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zum vorderen Stoße der Backenschienen (wie vor)	10,358	9,494
1	Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zur mathematischen Spitze des einfachen Herzstückes (wie vor)	14,404	12,975
2	Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zum hinteren Stoße der hinteren Anschlußschienen (gemessen in der Mittellinie eines der kreuzenden Gleise)	19,412	16,554
3	Ganze Baulänge daher (II C Nr. 12)	38,824	33,108

§ 2. Auf Tafel III Abb. 14—17 sind die Grundrißnordnungen der einfachen Weichen und zwar mit hölzernen, ie mit eisernen Schwellen dargestellt. In gleicher Weise entllt die Tafel IV Abb. 19—22 die doppelten Kreuzungsweichen it Herzstückneigung 1 : 10 und 1 : 9. Abb. 18 Tafel III und bb. 23 Tafel IV stellen Doppelweichen 1 : 10 und 1 : 9 mit fernen Schwellen dar.

Aus diesen Zeichnungen, sowie den früher vorgeführten Beechnungen wird man ersehen, daß die Ermittelung der einzelnen Raaße, sowie die ganze Bauweise der Weiche bis in die kleinsten inzelheiten mit großer Sorgfalt und sehr eingehend ermittelt nd festgesetzt ist. Da nun bei Neuanlagen und Auswechseungen andere, als die vorbeschriebenen Bauweisen nicht angeendet werden dürfen, auch Anordnungen, wie z. B. Einbau on Weichen *in gekrümmten* Gleisen, wenn irgend möglich,

vermieden werden und durch Einschaltung von graden Linien, vorbeschriebenen Normalweichen zur Verwendung kommen soll so wird man im äußeren Eisenbahndienst kaum je in die L kommen, eine Weichenberechnung vorzunehmen und gestaltet daher das Entwerfen von Gleisanlagen, wie auch das Einbau der Weichen nach der vorliegenden Bauweise sehr einfach. M braucht dazu nur wenige Maaße zu kennen, so z. B. bei einfachen Weiche nur das Maaß vom Schienenstoß vor Zungenspitze bis zum Weichenmittelpunct, die Länge v Schienenstoß vor der Zunge bis zum ersten Schienenstoß hi dem Herzstück und das Maaß vom Weichenmittelpunct bis z ersten Stoß hinter dem Herzstück im abzweigenden Gleise. Ort und Stelle hat man dann nur nöthig, den Weichenmit punct festzulegen, die Länge bis zum Stoß vor der Zun spitze abzumessen, um dann an der Hand der Zeichnung Tafel III oder IV die Weiche einzubauen. Auf das hierbei beobachtende Verfahren wird später zurückgekommen werden.

d. Materialien zu den Weichen und Kreuzungen.

§ 1. Im Folgenden sind zunächst die Verzeichnisse Oberbaumaterialien der einfachen Weichen, Kreuzungen Kreuzungsweichen nachgefügt, auch die Gewichte derselben mit gegeben. Von der Aufnahme der Materialien der Doppelwei Zweibogenweichen und Weichenverbindungen wurde abgesehen, th des selteneren Vorkommens wegen, theils um den Umfang Buches nicht zu weit auszudehnen.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Materialien b. Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche		Einfache Kreuzungsweiche		Doppelte Kreuzungsweiche		Gleisekreuzung		Gewi… das …
		1:10	1 : 9	1:10	1 : 9	1:10	1 : 9	1:10	1 : 9	1 : 10
		Stück								Kilo…
	a) Holzschwellen*)									
1	2,5 m lang . .	11	10	—	—	—	—	5	5	
2	2,8 „ „ . .	5	5	6	6	—	—	8	8	
3	3,1 „ „ . .	5	4	12	10	16	13	6	6	
4	3,4 „ „ . .	4	3	7	7	9	10	8	6	
2	3,7 „ „ . .	5	5	11	9	11	9	8	6	
6	4,0 „ „ . .	5	5	10	8	10	8	10	8	
7	4,4 „ „ .	4	4	8	6	8	6	8	6	
8	5,0 „ „ . .	—	—	1	1	1	1	—	—	
	Summe .	39	36	55	47	55	47	53	45	

*) Die Schwellenlängen sind abweichend von den Zeichnungen von 0,3 bis 0,3 m zusam

Bezeichnung der terialien z. Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche		Einfache Kreuzungsweiche		Doppelte Kreuzungsweiche		Gleisekreuzung		Gewicht für das Stück bei Weichen	
	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9
	Stück								Kilogramm	
Schienen.										
9 m lang .	2	2	4	—	4	—	4	—	301,6	301,6
8,1 " " .	—	—	1	—	2	—	—	—	270,54	—
7,99 " " .	—	—	—	1	—	2	—	—	—	266,87
7,7 " " .	2	—	—	—	—	—	—	—	257,18	—
7,0 " " .	6	—	4	4	—	4	8	4	233,8	233,8
6,7 " " .	—	—	1	—	2	—	—	—	223,78	—
6,58 " " .	—	—	—	1	—	2	—	—	—	219,77
6,20 " " .	—	6	—	4	—	—	—	8	—	207,08
5,50 " " .	—	2	—	—	—	—	—	—	—	183,70
3,81 " " .	1	—	—	—	—	—	—	—	129,54	—
3,72 " " .	1	—	—	—	—	—	—	—	124,25	—
3,71 " " .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	123,91
3,61 " " .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	120,57
3,56 " " .	—	—	4	—	4	—	4	—	118,90	—
3,26 " " .	—	—	4	—	4	—	4	—	108,88	—
3,25 " " .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	108,55
3,19 " " .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	106,55
3,08 " " .	1	—	—	—	—	—	—	—	102,87	—
3,03 " " .	1	—	—	—	—	—	—	—	101,20	—
2,74 " " .	—	—	—	4	—	4	—	4	—	91,52
2,70 " " .	—	—	—	2	—	4	—	—	—	90,18
2,66 " " .	—	—	2	—	4	—	—	—	88,84	—
2,135 " " .	—	—	—	4	—	4	—	4	—	71,31
2,0 " " .	—	—	—	6	—	4	—	8	—	66,8
1,96 " " .	—	—	6	—	4	—	8	—	65,46	—
Summe .	14	14	26	26	24	24	28	28		
) Schienenlaschen										
mit runden Löchern .	12	12	16	16	12	12	20	20	12,65	12,65
mit ovalen Löchern .	12	12	16	16	12	12	20	20	13,73	13,73
l) Kleineisenzeug.										
aschenschrauben	48	48	64	64	48	48	80	80	0,542	0,542
Interlagsplatten f. Schienen										
dreilöcherig rechts .	11	11	14	14	12	12	20	20	3,05	3,05
dreilöcherig links .	11	11	14	14	12	12	20	20	3,05	3,05
zweilöcherig rechts .	34	31	38	30	33	26	48	32	3,10	3,10
zweilöcherig links .	34	31	38	30	33	26	48	32	3,10	3,10
Schwellenschrauben . . .	90	84	104	88	90	76	136	104	0,37	0,37
akennägel	112	106	132	116	114	90	176	144	0,27	0,27

Die Backenschienen sind unter e, 1 und 2 besonders aufgeführt.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Materialien b. Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewic[ht] eines Stüc[ks] Weiche 1:10	
		Stück								Kilogra[mm]	
	e) Zungenvorrichtung, bestehend aus:										
1	Backenschienen, 7 m lang .	2	—	4	—	8	—	—	—	232,7	
2	desgl. 6,2 m lang . . .	—	2	—	4	—	8	—	—	—	20
3	Weichenplatten 5670 × 370 × 13 mm für grade Zungen .	1	—	2	—	4	—	—	—	207,9	
4	für gebogene Zungen	1	—	2	—	4	—	—	—	207,9	
	4870 × 370 × 13 mm										
5	für grade Zungen .	—	1	—	2	—	4	—	—	—	17
6	für gebogene Zungen	—	1	—	2	—	4	—	—	—	17
7	Zungendrehstühle, rechts .	1	1	2	2	4	4	—	—	67,5	6
8	" links .	1	1	2	2	4	4	—	—	67,5	6
	mit je einem Schlußkeil und 14 Nieten, 20 mm Durchmesser.										
9	Zungen, grade, 5,8 m lang	1	—	2	—	4	—	—	—	280,0	
10	" gebogene, 5,8 m "	1	—	2	—	4	—	—	—	272,0	
11	" grade, 5,0 m "	—	1	—	2	—	4	—	—	—	24
12	" gebogene, 5,0 m "	—	1	—	2	—	4	—	—	—	2
13	Zungenstützknaggen . . .	1	1	2	2	4	4	—	—	0,7	
14	Zungenkloben mit Schlußkeil ꝛc.	2	2	4	4	8	8	—	—	3,7	
15	Gleitstühle mit je 4 Nieten, 16 mm Durchmesser . .	12	10	24	20	48	40	—	—	6,8	
16	Laschen zu Backenschienen mit runden Löchern . .	2	2	4	4	8	8	—	—	12,65	1
17	desgl. mit ovalen Löchern	2	2	4	4	8	8	—	—	13,73	1
18	Laschenschrauben	8	8	16	16	32	32	—	—	0,542	
19	Unterlagsplatten zu Schienen Nr. 70	1	—	2	—	4	—	—	—	5,12	
20	Nr. 71	1	—	2	—	4	—	—	—	5,43	
21	Unterlagsplatten zu Schienen Nr. 80	—	1	—	2	—	4	—	—	—	
22	Nr. 81	—	1	—	2	—	4	—	—	—	
23	Hakennägel	8	8	16	16	32	32	—	—	—	
24	Schwellenschrauben zum Befestigen der Weichenplatten	32	28	96	96	128	112	—	—	0,37	

:zeichnung der ien b. Verwendung von lzschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:10	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:9
	Stück								Kilogramm	
latten Nr. 2*) .	22	20	60	56	88	80	—	—	0,36	0,36
Nr. 27 . .	12	10	24	20	48	40	—	—	0,61	0,61
Nr. 30 . .	2	2	4	4	8	8	—	—	0,50	0,50
rauben Nr. 50*) .	24	22	48	44	96	88	—	—	0,34	0,34
Nr. 51 .	—	—	16	16	—	—	—	—	0,37	0,37
Nr. 52 .	12	10	24	20	48	40	—	—	0,25	0,25
enbolzen Nr. 53 .	2	2	4	4	8	8	—	—	0,45	0,45
r. 54, 220 mm lang	2	2	4	4	8	8	—	—	1,40	1,40
r. 54, 235 mm lang	2	2	4	4	8	8	—	—	1,50	1,50
2 u. 33 zur Ver- g der Backenschienen n Zungenanschluß- t). enunterlagsplätt-										
. 32 grade . . .	4	4	8	8	16	16	—	—	0,45	0,45
. 33 schräg rechts .	2	2	4	4	8	8	—	—	0,475	0,475
. 34 schräg links .	2	2	4	4	8	8	—	—	—	
:ne Schienen-Unter- itten Nr. 48 . .	—	—	8	8	—	—	—	—	13,8	13,8
rne Futterstücke										
Nr. 64	—	1	—	2	—	4	—	—	—	13,8
Nr. 65	1	—	2	—	4	—	—	—	13,8	—
Nr. 80	—	1	—	2	—	4	—	—	—	15,6
Nr. 81	1	—	2	—	4	—	—	—	15,6	—
:uppelstange, 1,053 z	1	1	2	2	4	4	—	—	7,9	7,9
ichenbock,**) mit stehender Laterne, stehend aus:										
der	1	1	1	1	1	1	—	—	23,9	23,9
3hebel	1	1	1	1	1	1	—	—	7,5	7,5

———

:sonders wichtigen und stark befahrenen Weichen wird die Anzahl der Befestig- nd somit die der Klemmplatten Nr. 2 und Hakenschrauben Nr. 50 um 6 Stück 1 : 10 und 4 Stück bei Weichen 1 : 9 bei jeder Zungenvorrichtung vermehrt, an Stelle der Klemmplatten Nr. 2 an der Anschlußschiene neben der Zungen- esondere Klemmplatte Nr. 49 angewendet. Endlich werden an solchen Weichen ondere Spurhalter in der Nähe der Zungenspitze und der Zungenwurzel ange- gl. Seite 12 des Katechismus für den Weichenstellerdienst. 5. Auflage.)

infachen Kreuzungsweichen werden nach Bedarf auch zwei Laternen verwendet, Kreuzungsweichen kommen je nach der Kuppelung der Zungen und falls sie an ngeschlossen sind 3, auch 4 Weichenlaternen zur Anwendung.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Materialien b. Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Ge für das W 1:10
		Stück								Kilo
3	Zugstangenhebel	1	1	1	1	1	1	—	—	4,3
4	Hebelachse	1	1	1	1	1	1	—	—	3,2
5	Stifte durch die Hebelachse	2	2	2	2	2	2	—	—	0,15
6	Gewichte (für Kreuzungsweichen wird ein Gewicht von 42,5 kg verwendet)	1	1	1	1	1	1	—	—	33,5
7	Handgriff	1	1	1	1	1	1	—	—	1,0
8	Stellschraube	1	1	1	1	1	1	—	—	0,2
9	Scharnier	1	1	1	1	1	1	—	—	2,3
10	Bolzen hierzu	1	1	1	1	1	1	—	—	0,4
11	Stellmuffe.	1	1	1	1	1	1	—	—	1,3
12	Laternenteller	1	1	1	1	1	1	—	—	3,7
13	Befestigungsschrauben dazu	4	4	4	4	4	4	—	—	0,1
14	Stellschrauben	1	1	1	1	1	1	—	—	0,2
15	Laternenachse	1	1	1	1	1	1	—	—	3,6
16	Mitnehmer zur Bewegung der Laternen.	1	1	1	1	1	1	—	—	1,1
17	Gabel zur Bewegung der Laternen einschl. 2 Stellschrauben	1	1	1	1	1	1	—	—	1,6
	g. Herzstück,*) bestehend aus:									
1	Flußstahlkörper 1:10 bez. 1:9	1	1	2	2	2	2	2	2	307,0
2	Herzstücklaschen mit 4 ovalen Löchern	4	4	8	4	8	4	8	4	10,1
3	Laschenschrauben Nr. 54 190 mm lang . . .	1	—	2	—	2	—	2	—	1,29
4	205 " " . . .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,36
5	220 " " . . .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,42
6	235 " " . . .	2	2	4	4	4	4	4	4	1,48
7	250 " " . . .	1	2	2	4	2	4	2	4	1,54
8	260 " " . . .	1	—	2	—	2	—	2	—	1,58
9	270 " " . . .	—	1	—	2	—	2	—	2	—
10	280 " " . . .	1	—	2	—	2	—	2	—	1,66
11	290 " " . . .	—	1	—	2	—	2	—	2	—
12	Neigungsplättchen Nr. 37	16	16	32	32	32	32	32	32	0,11
13	Klemmplatten Nr. 15 . .	4	4	8	8	8	8	8	8	0,46
14	" Nr. 22 . .	4	4	8	8	8	8	8	8	0,57

*) In neuerer Zeit werden auch Herzstücke gefertigt, die eine gemeinsame Gr haben. Bei denen fallen dann die Unterlagsplatten fort.

zeichnung der ...en b. Verwendung von ...zschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:10	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:9
	Stück								Kilogramm	
auben Nr. 50 .	4	4	8	8	8	8	8	8	0,34	0,34
Nr. 51 .	4	4	8	8	8	8	8	8	0,37	0,37
splatten*)										
00×450×12,5 mm	1	—	2	—	2	—	2	—	8,48	—
00×360×12,5 „	1	—	2	—	2	—	2	—	6,74	—
00×400×12,5 „	1	—	2	—	2	—	2	—	7,51	—
00×400×12,5 „	1	—	2	—	2	—	2	—	7,51	—
60×360×12,5 „	1	—	2	—	2	—	2	—	5,28	—
00×450×12,5 „	—	1	—	2	—	2	—	2	—	8,48
00×360×12,5 „	—	1	—	2	—	2	—	2	—	6,74
00×400×12,5 „	—	1	—	2	—	2	—	2	—	7,51
00×400×12,5 „	—	1	—	2	—	2	—	2	—	7,90
ischrauben . . .	8	8	16	16	16	16	16	16	0,37	0,37
jel	4	—	8	—	8	—	8	—	0,27	0,27
ie Futterstück, breit	1	1	2	2	2	2	2	2	in 1 mit enthalten	
„ schmal	1	1	2	2	2	2	2	2		
Radlenker, tehend aus:										
rschienen, 3,5 m	2	2	4	4	4	4	4	4	101,6	101,6
splatten										
60×360×12,5 mm	4	4	8	8	8	8	8	8	5,36	5,36
00×360×12,5 „	4	4	8	8	8	8	8	8	6,56	6,56
60×380×12,5 „	2	2	4	4	4	4	4	4	5,57	5,57
atten Nr. 2 . .	16	16	32	32	32	32	32	32	0,36	0,36
Nr. 15 . .	14	14	28	28	28	28	28	28	0,46	0,46
auben Nr. 50 .	30	30	60	60	60	60	60	60	0,34	0,34
ischrauben . . .	20	20	40	20	40	40	40	40	0,37	0,37
ie Stützknaggen										
I.	4	4	8	8	8	8	8	8	6,5	6,50
II.	2	2	4	4	4	4	4	4	7,4	7,4
III.	2	2	4	4	4	4	4	4	7,4	7,4
ggenschrauben Nr.										
mm lang . . .	8	8	16	16	16	16	16	16	1,2	1,2
mm lang . . .	8	8	16	16	16	16	16	16	1,25	1,25

den Herzstücken mit gemeinsamer Grundplatte fallen die Unterlagsplatten fort *eren Stelle diese Grundplatte.*

Laufende Nr.	Bezeichnung der Materialien bei Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewich für das St Weiche 1:10
		Stück								Kilogram
14	Unterlagsplättchen Nr. 32, grade*)	32	32	64	64	64	64	64	64	0,462
	i. Umstellungsvorrichtung, bestehend aus:									
1	Grundplatten für die umlenkehebel mit Hebelachsen, Scheiben und Splinten .	—	—	2	2	2	2	—	—	9,05
2	Grundplatte für den graden Hebel mit Hebelachse, Scheibe und Splint . .	—	—	1	1	1	1	—	—	8,8
3	Umlenkhebel zweiarmig .	—	—	2	2	—	—	—	—	5,9
4	„ dreiarmig . .	—	—	—	—	2	2	—	—	8,15
5	Grader Hebel	—	—	1	1	1	1	—	—	5,4
6	Gekröpfte Scharniere mit Gasgewinde einschl. Scharnirbolzen mit Splinten .	—	—	2	2	2	2	—	—	3,8
7	Grade Scharniere sonst wie vor	—	—	2	2	2	2	—	—	2,7
8	Zugstangen je 1,723 m lang mit 2 Scharnierbolzen und Splinten	—	—	2	2	2	2	—	—	12,3
9	Gasrohre je 4,545 m lang	—	—	4	—	4	—	—	—	22,1
10	Gasrohrmuffen	—	—	6	6	6	6	—	—	1,8
11	Führungsrollen mit Zubehör	—	—	4	4	4	4	—	—	2,7
12	Nieten 20 mm Durchmesser	—	—	8	8	8	8	—	—	0,15
13	Eiserne Weichenschwellen, 1,5 m lang	—	—	2	2	2	2	—	—	43,6
14	Schwellenschrauben . . .	—	—	12	12	12	12	—	—	0,37
15	Schrauben Nr. 61 mit Unterlagsscheiben . . .	—	—	8	8	8	8	—	—	0,77
16	Grade Scharniere mit Linksgewinde einschließl. Scharnierbolzen und Splinten	—	—	—	—	2	2	—	—	2,5

*) Bei Verwendung eines Radlenkers aus Winkelprofil ist nur die Hälfte de gebenen Unterlagsplatten erforderlich.

Bezeichnung der [M]aterialien b. Verwendung von Holzschwellen.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:10	Gewicht für das Stück bei Weichen 1:9
	Stück								Kilogramm	
...ungenstangen, 0,548 m ...ang, mit je 1 Scharnier-...olzen und Splint mit ...echseckigen Muffe und ...inks und Rechtsgewinde	—	—	—	—	2	—	—	—	5,95	—
...gstangen, je 0,552 mit ...Scharnier, sonst wie vor	—	—	—	—	—	2	—	—	—	5,8
...asrohre, je 4,115 m ...ang	—	—	—	4	—	4	—	—	—	20,0
k. Doppelherzstücke, bestehend aus:										
...ußstahlkörper mit Futter-...tücken	—	—	2	2	2	2	2	2	414,0	390,0
...erzstücklaschen mit ovalen ...öchern	—	—	8	8	8	8	8	8	10,10	10,10
...aschenschrauben Nr. 54										
235 mm lang . . .	—	—	4	4	4	4	4	4	1,48	1,48
250 „ „ . . .	—	—	4	4	4	4	4	4	1,54	1,54
270 „ „ . . .	—	—	4	4	4	4	4	4	1,62	1,62
290 „ „ . . .	—	—	4	4	4	4	4	4	1,70	1,70
...eigungsplättchen Nr. 37	—	—	32	32	32	32	32	32	0,11	0,11
...lemmplatten Nr. 15 . .	—	—	12	12	12	12	12	12	0,46	0,46
„ Nr. 22 . .	—	—	8	8	8	8	8	8	0,57	0,57
...akenschrauben Nr. 50 .	—	—	12	12	12	12	12	12	0,34	0,34
„ Nr. 51 .	—	—	8	8	8	8	8	8	0,37	0,37
...nterlagsplatten (12,5 mm stark)										
Nr. 86. 200×400 .	—	—	2	—	—	—	4	—	8,28	—
Nr. 87. 200×400 .	—	—	2	—	—	—	4	—	7,51	—
Nr. 88. 200×330 .	—	—	1	—	—	—	2	—	6,17	—
Nr. 89. 200×610 .	—	—	2	—	4	—	—	—	11,50	—
Nr. 90. 200×540 .	—	—	2	—	4	—	—	—	10,15	—
Nr. 91. 200×500 .	—	—	1	—	2	—	—	—	9,38	—
Nr. 92. 200×440 .	—	—	—	4	—	4	—	4	—	8,28
Nr. 93. 200×560 .	—	—	—	2	—	4	—	—	—	10,54
Nr. 94. 200×300 .	—	—	—	2	—	2	—	2	—	5,59
Nr. 95. 200×390 .	—	—	—	2	—	—	—	4	—	7,32
...akennägel	—	—	10	20	20	20	—	—	0,27	0,27
...chwellenschrauben . . .	—	—	10	10	10	10	20	20	0,37	0,37

Laufende Nr.	Bezeichnung der Materialien bei Verwendung von eisernen Querschwellen.	Einfache Weiche		Einfache Kreuzungsweiche		Doppelte Kreuzungsweiche		Gleisekreuzung		Gewicht für das Stück
		1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	
		Stück								Kilogramm
	a) Eiserne Querschwellen.									
1	2,4 m lang . .	3	3	—	—	—	—	—	—	66,24
2	2,5 „ „ . .	4	3	—	—	—	—	3	3	69,00
3	2,6 „ „ . .	5	5	—	—	—	—	2	2	71,76
4	2,7 „ „ . .	2	2	—	—	—	—	4	2	74,52
5	2,8 „ „ . .	2	2	—	4	—	—	2	2	77,28
6	2,9 „ „ . .	2	2	8	4	—	—	2	2	80,04
7	3,0 „ „ . .	2	1	2	2	—	—	2	2	82,80
8	3,1 „ „ . .	1	1	5	3	10	8	2	2	85,56
9	3,2 „ „ . .	2	2	3	3	4	4	2	2	88,32
10	3,3 „ „ . .	1	1	5	5	9	3	2	2	91,08
11	3,4 „ „ . .	1	1	—	—	—	6	4	2	93,84
12	3,5 „ „ . .	2	1	2	2	2	2	2	2	96,60
13	3,6 „ „ . .	1	2	2	2	2	2	2	2	99,36
14	3,7 „ „ . .	2	1	6	4	6	4	4	2	102,12
15	3,8 „ „ . .	2	2	2	2	2	2	2	2	104,88
16	3,9 „ „ . .	1	1	2	2	2	2	2	2	107,64
17	4,0 „ „ . .	2	1	4	4	4	4	4	4	110,40
18	4,1 „ „ . .	1	1	2	2	2	2	2	2	113,16
19	4,2 „ „ . .	1	1	2	2	2	2	2	2	115,92
20	4,3 „ „ . .	1	1	4	2	4	2	4	2	118,68
21	4,4 „ „ . .	2	1	2	2	2	2	2	2	121,44
22	4,5 „ „ . .	1	1	2	—	2	—	2	—	124,20
23	4,6 „ „ . .	—	1	—	—	—	—	—	—	126,96
24	4,9 „ „ . .	—	—	2	2	2	2	—	—	135,24
	Im Ganzen . .	41	38	55	47	55	47	53	45	

b) Schienen. Der Bedarf der Schienen ergiebt sich aus der Zusammenstellung auf Seite 165.

Zusammenstellung Gesammtbedarfs der zu den ...en und Gleisekreuzungen mit eisernen ...rschwellen erforderlichen Materialien.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für das Stück bez. lfd. m in Kilogramm 1:10	Gewicht für das Stück bez. lfd. m in Kilogramm 1:9
	Stück bez. lfd. m								Kilogramm	
...genvorrichtung rechts ...r links mit Bockstange	1	1	2	2	4	4	—	—	1756,1	1549,1
...chenbock mit niedrig- ...hender Signallaterne.	1	1	1	1	1	1	—	—	{88,5 {97,5	{88,5 {97,5
...ichensignal mit Lampe	1	1	1	1	1	1	—	—	8,5	8,5
...llvorrichtung zur Weiche	—	—	1	1	1	1	—	—	{301,8 {323,2	293,7 314,8
...ienen nach der Zusammenstellung auf Seite ...35 jedoch ausschließlich ...r 2 Radlenkerschienen, ...d. m	71,04	61,96	87,16	76,27	75,36	67,44	98,96	85,1	33,4	33,4
...hrschiene 9m lang mit ...adlenkern 3,5 m lang	2	2	2	4	4	4	4	4	447,7	447,7
...ßenlaschen 600mm lang	18	18	32	32	32	32	24	24	10,11	10,11
...nenlaschen 830 „ „	14	14	16	16	16	16	24	24	13,50	13,50
...schenschrauben . . .	64	64	96	96	96	96	96	96	0,54	0,54
...nfache Herzstücke mit 2 ...utterstücken	1	1	2	2	2	2	2	2	307,0	316,0
...ppelherzstücke mit je ...Futterstücken . . .	—	—	2	2	2	2	2	2	414,0	390,0
...rzstücklaschen 600 mm ...ung mit erweiterter ...ochung	4	4	16	16	16	16	16	16	10,1	10,1
...igungsplättchen Nr. 37	16	16	64	64	64	64	64	64	0,11	0,11
...schenschrauben Nr. 54 ...is 190 mm lang . .	1	—	2	—	2	—	2	—	1,3	—
...r. 54—205 mm lang .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,4	1,4
54—220 „ „ .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,4	1,4
54—235 „ „ .	2	2	8	8	8	8	8	8	1,5	1,5
54—250 „ „ .	1	2	6	4	6	4	6	4	1,5	1,5
54—260 „ „ .	1	—	2	4	2	4	2	4	1,6	1,6
54—270 „ „ .	—	1	4	6	4	6	4	6	1,7	1,7
54—280 „ „ .	1	—	6	—	6	—	6	—	1,7	—
54—290 „ „ .	—	1	—	6	—	6	—	6	—	1,7
...serne Weichenquer- ...chwellen nach Seite 172 ...fd. m	132,6	123,7	200,0	168,4	202,7	172,1	185,7	154,1	27,6	27,6
...lemmplatten Nr. 2 .	220	204	268	220	288	240	328	264	0,36	0,36
„ „ 15 . .	48	44	108	100	172	156	44	44	0,46	0,46
„ „ 22 . .	4	4	64	56	16	16	16	16	0,57	0,57
„ „ 30 . .	6	6	8	8	8	8	8	8	0,49	0,49

Laufende Nr.	Zusammenstellung des Gesammtbedarfs der zu den Weichen und Gleisekreuzungen mit eisernen Querschwellen erforderlichen Materialien.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für Stück bez. lfd. m in Kilogramm 1:10	Gewicht für Stück bez. lfd. m in Kilogramm 1:
		Stück bez. lfd. m								Kilogramm	
28	Uebergangsplatten Nr. 31	6	6	8	8	8	8	8	8	3,30	3,
29	Klemmplatten Nr. 42 .	6	6	8	8	8	8	8	8	0,60	0,
30	Hakenschrauben Nr. 50 .	268	248	360	304	460	396	372	308	0,31	0,
31	" " 51 .	16	16	128	120	32	32	32	32	0,37	0,
32	Schrauben Nr. 53, 75 mm lang	4	4	4	4	4	4	—	—	0,40	0
33	Unterlagsplatten Nr. 39.	—	—	24	20	—	—	—	—	2,27	2
34	Gußeiserne Unterlagsplatten Nr. 48 . . .	—	—	8	8	—	—	—	—	13,80	18

Laufende Nr.	Zusammenstellung des Gesammtbedarfs der zu den Weichen und Gleisekreuzungen mit Holzschwellen erforderlichen Materialien.	Einfache Weiche 1:10	Einfache Weiche 1:9	Einfache Kreuzungsweiche 1:10	Einfache Kreuzungsweiche 1:9	Doppelte Kreuzungsweiche 1:10	Doppelte Kreuzungsweiche 1:9	Gleisekreuzung 1:10	Gleisekreuzung 1:9	Gewicht für Stück bez. lf in Kilogra 1:10	Gewicht für Stück bez. lf in Kilogra 1
		Stück bez. lfd. m								Kilogramm	
1	Zungenvorrichtungen links oder rechts mit Bockstange	1	1	2	2	4	4	—	—	1756,1	154
2	Weichenbock mit niedrigstehender Laterne . . .	1	1	1	1	1	1	—	—	88,5 97,5	88 97
3	Weichensignal mit Lampe	1	1	1	1	1	1	—	—	8,5	8
4	Stellvorrichtung zur Weiche	—	—	1	1	1	1	—	—	280,0 301,4	271 29
5	Fahrschienen nach der Zusammenstellung auf Seite 165 jedoch ohne die Radlenkerfahrschienen lfd. m	71,04	61,96	87,16	76,27	75,36	67,44	98,96	85,1	33,4	3
6	Fahrschienen 9m lang mit Radlenker 3,5 m lang .	2	2	4	4	4	4	4	4	447,7	44
7	Außenlaschen für Holzschwellen 600 mm lang	18	18	28	32	32	32	24	24	12,65	1
8	Innenlaschen, geklinkt, 667 mm lang	14	14	20	16	16	16	24	24	13,73	1
9	Laschenschrauben . . .	64	64	96	96	96	96	96	96	0,54	
10	Einfache Herzstücke mit je 2 Futterstücken . . .	1	1	2	2	2	2	2	2	307,0	31

…sammenstellung …ammtbedarfs der zu den … und Gleisekreuzungen mit …olzschwellen …rlichen Materialien.	Einfache Weiche		Einfache Kreuzungsweiche		Doppelte Kreuzungsweiche		Gleisekreuzung		Gewicht für das Stück bez. lfd. m in Kilogramm	
	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9	1:10	1:9
	Stück bez. lfd. m								Kilogramm	
…lte Herzstücke mit Futterstücken . .	—	—	2	2	2	2	2	2	414,0	390
…icklaschen 600 mm mit erweiterter …ung	4	4	16	16	16	16	16	16	10,1	10,1
…agsplättchen Nr. 37	16	16	64	64	64	64	64	64	0,11	0,11
…aschrauben										
…54 190 mm lang	1	—	2	—	2	—	2	—	1,3	—
…54 205 " " .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,4	1,4
…54 220 " " .	1	1	2	2	2	2	2	2	1,4	1,4
…54 235 mm lang	2	2	8	8	8	8	8	8	1,5	1,5
…54 250 " " .	1	2	6	4	6	4	6	4	1,5	1,5
…54 260 " " .	1	—	2	4	2	4	2	4	1,6	1,6
…54 270 " " .	—	1	4	6	4	6	4	6	1,6	1,6
…54 280 " " .	1	—	6	—	6	—	6	—	1,7	—
…54 290 " " .	—	1	—	6	—	6	—	6	—	1,7
…platten Nr. 2 . .	16	16	48	48	32	32	32	32	0,36	0,36
" " 15 . .	18	18	48	48	48	48	48	48	0,46	0,46
" " 22 . .	4	4	16	16	16	16	16	16	0,57	0,57
…schrauben Nr. 51 .	—	—	16	16	—	—	—	—	0,37	0,37
…nägel	240	224	320	264	304	256	360	296	0,27	0,27
…llenschrauben . .	74	70	208	200	240	212	96	96	0,37	0,37
…aben Nr. 61 mit …rlagsscheiben . .	—	—	8	8	8	8	—	—	0,78	0,78
…lagsplatten für Mit…wellen	72	66	89	68	74	60	104	76	3,10	3,10
…lagsplatten für Stoß…llen	28	28	36	32	32	32	48	48	3,05	3,05
…serne Unterlags…en Nr. 48	—	—	8	8	—	—	—	—	13,80	13,80
…dere Unterlags…en	17	16	44	42	48	46	40	38	—	—
…rne Weichenschwellen …m	130,4	121,5	189,4	167,3	201,2	170,6	185,7	154,1	—	—

e. Absteckung der Weichen.

§ 1. Wie auf Seite 164 bereits angegeben ist, bedarf es … **Absteckung** der Weichen nur der Festlegung des Weichen…ttelpunctes. *Sobald man* diesen an der Hand des Planes

ermittelt und abgesteckt hat, braucht man nur von da ab die Entfernung bis zum Schienenstoße vor der Zunge abzumessen, also bei einer einfachen Weiche 1:10 das Maaß 10,448 m, um dann sofort nach Abb. 14 Tafel III die Zungenvorrichtung verlegen und die ganze Weiche einbauen zu können.

In den Abb. 146—167 sind die verschiedenen hauptsächlich vorkommenden Weichen und Gleisekreuzungen in einfachen Linien angegeben und die zur Absteckung nöthigen Maaße eingeschrieben.

Einfache Weiche

Abb. 146, 1:10 rechts — Abb. 147, 1:9 rechts

30,019 — 10,448 — 19,571 — 19,664

26,919 — 8,891 — 18,028 — 18,129

Es bedeutet z. B. bei Abb. 146 das Maaß 10,448 m, wie bereits angegeben, die Entfernung vom Weichenmittelpuncte bis zum Schienenstoße vor der Zungenspitze, das Maaß 19,571 m die Entfernung vom Weichenmittelpuncte bis zum ersten Stoße hinter dem Herzstück im graden und 19,664 m die gleiche Entfernung im abzweigenden Gleise gemessen. Bei den Kreuzungen

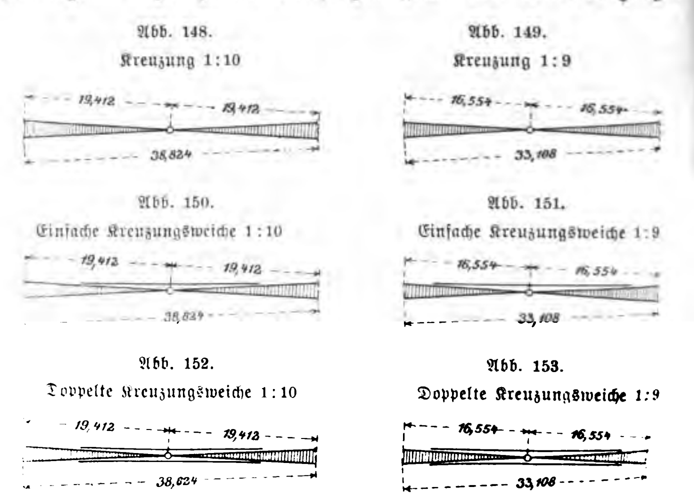


Abb. 148. Kreuzung 1:10

Abb. 149. Kreuzung 1:9

Abb. 150. Einfache Kreuzungsweiche 1:10

Abb. 151. Einfache Kreuzungsweiche 1:9

Abb. 152. Doppelte Kreuzungsweiche 1:10

Abb. 153. Doppelte Kreuzungsweiche 1:9

und Kreuzungsweichen geben die eingeschriebenen Maaße die Entfernung vom Mittelpuncte der Kreuzung bis zum ersten Stoße hinter dem einfachen Herzstücke bezw. die ganze Länge der

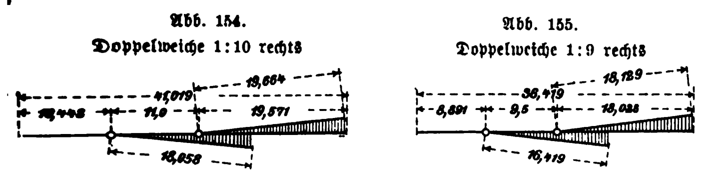


Abb. 154. Doppelweiche 1:10 rechts

Abb. 155. Doppelweiche 1:9 rechts

Kreuzung an. Bei Doppelweichen (Abb. 154 u. 155) ist außerdem noch die Entfernung der beiden Weichenmittelpuncte von einander eingeschrieben. Bei der Zweibogenweiche (Abb. 156) giebt

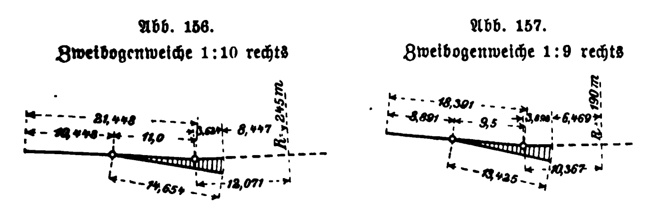


Abb. 156. Zweibogenweiche 1:10 rechts

Abb. 157. Zweibogenweiche 1:9 rechts

das Maaß von 11,0 m die Entfernung vom Weichenmittelpuncte bis zum Schnittpuncte der Weichenachse mit der Graden des links abzweigenden Gleises an; 3,624 m dahinter liegt der letzte zur Weiche gehörige Schienenstoß. Das Ende des linksseitigen Weichenbogens liegt 8,447 m weiter oder 12,071 m vom vorerwähnten Winkelpuncte ab. Aehnlich verhält es sich bei Abb. 157.

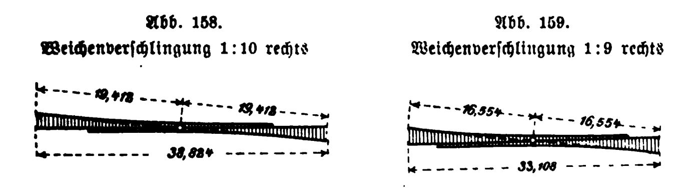


Abb. 158. Weichenverschlingung 1:10 rechts

Abb. 159. Weichenverschlingung 1:9 rechts

Abb. 158 u. 159 stellen Weichenverschlingungen dar. Es sind dieses Anordnungen, die sich ergeben, wenn man bei doppelten Kreuzungsweichen nur einen der beiden graden Stränge durchführt, den andern (punctirt angedeutet) aber wegfallen läßt. Die eingeschriebenen Maaße lassen bei einer Vergleichung mit den doppelten Kreuzungsweichen das Weitere schon erkennen. Die

in Abb. 160 (und auch in Abb. 164) dargestellte Anordn
nennt man eine einfache Gleiseverbindung; dieselbe besteht

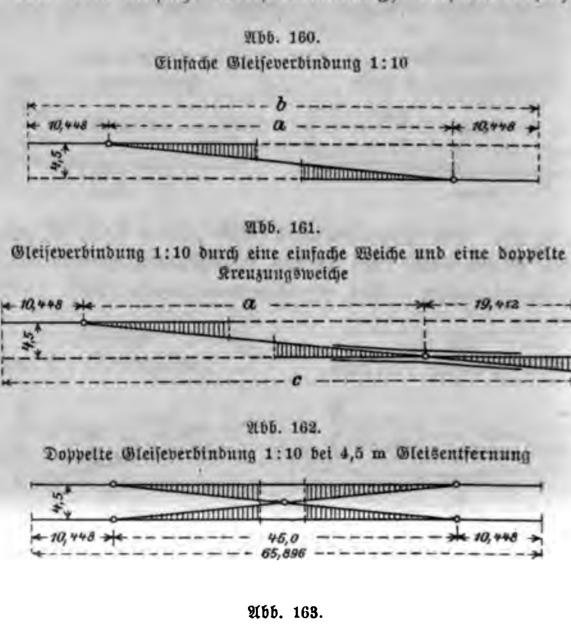
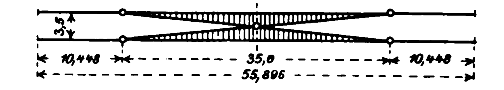


Abb. 160.
Einfache Gleiseverbindung 1:10

Abb. 161.
Gleiseverbindung 1:10 durch eine einfache Weiche und eine doppelte Kreuzungsweiche

Abb. 162.
Doppelte Gleiseverbindung 1:10 bei 4,5 m Gleisentfernung

Abb. 163.
Doppelte Gleiseverbindung 1:10 bei 3,5 m Gleiseentfernung



zwei einfachen Weichen, die in Nachbargleisen so eingelegt s
daß die Mittellinien der abzweigenden Gleise genau zusamm
fallen. Die Entfernung a der beiden Weichenmittelpuncte
einander, sowie das Maaß b der Länge der ganzen Gle
verbindung richtet sich nach der Entfernung der beiden Gl
und nach der Herzstückneigung. Abb. 161 und 165 geben
gleichen Anordnungen, nur daß an Stelle der zweiten einfach
Weiche eine doppelte Kreuzungsweiche vorgesehen ist.

Für die üblichen Gleiseweiten ergeben sich die Abmessunge
a, b und c aus folgender Zusammenstellung:

ntfernung : zu verbin= nden Gleise m	Größe der Abmessungen bei einer Neigung des Herzstücks m					
	a		b		c	
	1 : 10	1 : 9	1 : 10	1 : 9	1 : 10	1 : 9
3,5	35,0	31,5	55,896	49,282	64,86	56,945
4,0	40,0	36,0	60,896	53,782	69,86	61,445
4,5	45,0	40,5	65,896	58,282	74,86	65,945
4,7	47,0	42,3	67,896	60,082	67,86	67,745

Die Abb. 162 und 166 sowie Abb. 163 und 167 stellen blich doppelte Gleiseverbindungen bei 4,5 und 3,5 m Gleise-stand dar.

Abb. 164.

Einfache Gleiseverbindung 1:9

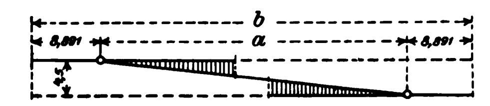


Abb. 165.

Gleiseverbindung 1:9 durch eine einfache Weiche und eine doppelte Kreuzungsweiche

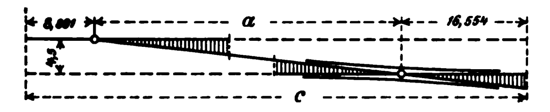


Abb. 166.

Doppelte Gleiseverbindung 1:9 bei 4,5 m Gleiseabstand

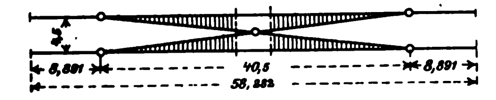
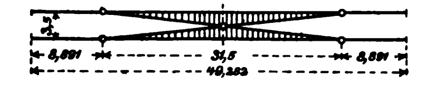


Abb. 167.

Doppelte Gleiseverbindung 1:9 bei 3,5 m Gleiseabstand.



f. Das Einbauen der Weichen mit Holzschwellen.

§ 1. Die Art der Ausführung unterscheidet sich, je nachdem man die Weiche an eine Stelle zu legen hat, an der noch kein Gleis sich befindet, oder doch das Gleis während des Einbauens auf längere Zeit außer Betrieb gesetzt werden kann, oder ob man den Einbau der Weiche in ein Betriebsgleis bewirken muß und dasselbe dafür nur kurze Zeit gesperrt werden darf. Im ersten Falle kann man die Weiche sofort in ihrer richtigen Lage zusammenbauen, während man im andern Falle den Zusammenbau der Weiche in der Nähe der späteren Verlegungsstelle vornehmen muß, um sie dann in einzelnen Theilen oder zusammen herüberzuschieben. Es möge in Folgendem der Einbau einer einfachen Weiche in ein Betriebsgleis beschrieben und angenommen werden, daß für den Einbau nur eine Zeit von $2-2^1/_2$ Stunden zur Verfügung stehe. Das Zusammenbauen der Weiche muß dann vorher auf einem Platze in der Nähe der Einbaustelle vorgenommen und kann dieses zweckmäßig in folgender Weise bewirkt werden.

Nachdem man zwei Mittellinien der Neigung der beiden Gleise entsprechend zuvor abgesteckt und den Weichenmittelpunct festgelegt hat, werden die Weichenschwellen dem Schwellenplan entsprechend nach ihren Längen und Abständen vertheilt und zurechtgerückt. Alsdann wird die Zungenvorrichtung aufgebracht, die Schienen für das grade Gleis angestoßen, das Herzstück eingerückt und nun das Gestänge sofort zusammengelascht, wobei die Einbringung der Zwischenbleche nicht zu übersehen ist. Auf dem Schienenkopfe des graden Gleises wird die Schwellentheilung nochmals genau vorgezeichnet und die Schwellen danach zurechtgerückt, wobei man zweckmäßig wieder die Schienenstöße vorläufig etwas höher legt. Nachdem alsdann die Unterlagsplatten untergebracht sind, wird zunächst die äußere Schienenreihe des graden Stranges genagelt bezw. festgeschraubt und dann genau, am besten nach der Schnur, ausgerichtet. Alsdann wird auch das Herzstück und die andere Seite der Zungenvorrichtung zurecht gerückt und letztere genau mit der vorgeschriebenen Spurerweiterung von 6 mm am Stoß vor der Zungenspitze befestigt. An der Zungenwurzel, sowie in dem andern Theile des graden Stranges bis zum Herzstück und darüber hinaus muß die Spur die normale Weite = 1,435 m haben. Nachdem der grade Strang fertiggestellt ist, legt man zunächst

.e äußere Seite des Bogens des abzweigenden Gleises zurecht, ißt die Entfernungen von der Fahrkante der äußeren Schiene es graden Stranges ab, wie sie in Fig. 14—17 Tafel III auf eder Schwelle eingeschrieben sind, rückt danach die Schiene mit den Unterlagsplatten zurecht und heftet sie an, um sie dann später ordnungsmäßig zu befestigen. Wenn der krumme Strang der Weiche oft und rasch durchfahren wird, so reicht die Befestigung mit 2 bezw. 3 Nägeln bei Schwellen aus weichem Holze nicht aus, um die Spur auf die Dauer richtig zu erhalten und muß man da, falls Platten mit unterwärts angebrachten Rippen nicht zur Verfügung stehen, außerhalb der Unterlagsplatte noch 2 Nägel vorschlagen. Nachdem der äußere Strang genagelt ist, wird der innere nach dem Spurmaaße mit der vorgeschriebenen Spurerweiterung (15 mm) hergestellt. Schließlich werden dann noch die Radlenker beiderseits des Herzstücks an den zugehörigen Stammschienen ordnungsmäßig angebracht. Das Zusammenbauen einer Weiche erfordert, bei Verwendung von 1 Vorarbeiter und 4 Mann, 5 Tage, im Ganzen mithin 25 Tagewerke.

§ 2. Nachdem alsdann im Einvernehmen mit dem Stationsvorstande die Zeit festgesetzt ist, in welcher die Weiche an Stelle der alten eingebaut werden soll, auch soweit als möglich die Weichen in den auf die Baustelle zulaufenden Strängen auf Ablenkung gestellt und verkeilt, sowie sonst soweit als angängig Haltesignale ausgestellt und Knallsignale gelegt sind, beginnt man mit dem Abbruch und Ausbau der alten Weiche. Es ist auch hierbei wieder gut, wenn man zuvor sämmtliche Bolzen einölt und die Muttern probirt, damit beim Abbruch nicht zuviel Zeit verloren geht. Sobald die alte Weiche vollständig herausgenommen ist, wozu man zweckmäßig die Schienen auseinander lascht und die Weiche in 3—4 Stücken seitwärts herauswuchtet, werden die alten Schwellenlager aufgehauen, der schlechte und verschlammte Kies fortgeschafft, der noch brauchbare in der Nähe gelagert und dann die Bettung ordnungsmäßig zubereitet. Die fertig hergerichtete neue Weiche wird auseinander gelascht und dadurch in 4 Theile — die Zungenvorrichtung mit den zugehörigen Schwellen, die folgenden 2 Schienenlängen mit ihren Schwellen und der Theil des Herzstückes nebst Zubehör — zerlegt. Diese einzelnen Theile werden von der Vorrichtungsstelle herübergewuchtet oder mit dem Rollwagen herbeigeholt um dann mit dem Einbau derselben vom Herzstück oder von der

Zungenvorrichtung aus zu beginnen. Zuvor muß man aber die Weiche genau abgesteckt, d. h. die Mittellinie der beiden Gleise und deren Schnittpunct — den Weichenmittelpunct — gehörig festgelegt und von da ab die Entfernung bis zum Stoße hinter dem Herzstücke oder dem Stoße vor der Zungenspitze abgesteckt haben. Nachdem die einzelnen Stücke der Weiche unter Einlegung der Zwischenbleche aneinander gestoßen sind, werden sie angelascht und zwar vorerst nur mit 2 Bolzen. Demnächst werden die Zwischenstücke, welche die Weiche mit den bestehenden alten Gleisen verbinden sollen, vorgerichtet, eingelegt, angelascht und befestigt, und nun wird, nachdem nochmals die beim Einrücken etwa verschobenen Weichenschwellen wieder richtig gerückt sind, die ganze Weiche in die richtige Höhenlage gebracht und oberflächlich gestopft. Darauf folgt das genaue Ausrichten, welches wieder am besten nach einer an dem äußeren Schienenkopfe des graden Gleises gespannten Schnur erfolgt. Liegt die Weiche endlich in Richtung und Höhenlage gut, so können die fehlenden Bolzen eingezogen werden. Alsdann darf man das Einsetzen der Merkpfähle hinter dem einfachen Herzstücke nicht vergessen. Dieselben kommen dorthin zu stehen, wo die Gleise 3,5 m oder besser noch 3,8 m auseinander entfernt sind. Als Merkpfähle verwendet man neuerdings solche von Porcellan, Glas oder auch solche von Gußeisen, die mit Schmelzfarben überzogen sind. Nach einem nochmaligen ordnungsmäßigen Durchstopfen kann dann die Weiche verfüllt werden, und die Arbeit, welche bei geschulten Arbeitern von 2 Vorarbeitern und 31 Mann in einem Zeitraum von 2 Stunden ausgeführt werden kann, ist beendet.

§ 3. Beim Verlegen einer Kreuzungsweiche wird im Allgemeinen derselbe Arbeitsgang beobachtet, wie bei der einfachen Weiche. Man baut dieselbe ebenfalls vorher auf einem geeigneten Platze möglichst in der Nähe der späteren Verwendungsstelle zusammen, steckt deshalb zunächst die beiden Richtungen der Gleisemitten und somit den Weichenmittelpunct ab, legt danach die Schwellen zurecht und zwar bei Holzschwellen sämmtliche Schwellen winkelrecht zur Weichenachse. Darauf werden die einfachen Herzstücke aufgebracht und genau zurecht gerückt; dann schnürt man die Weichenachse ab und verlegt nach Vorfügung der Schienenpaßstücke die Zungenvorrichtungen und schließlich die Doppelherzstücke, letztere, falls keine gemeinsamen Grundplatten vorhanden sind, unter Verwendung

der vorgeschriebenen Unterlagsplatten. Endlich werden die graden Gleise genau der Spur und die krummen Gleise mit der vorgeschriebenen Erweiterung ordnungsmäßig hergestellt. Das Zusammenbauen einer Kreuzungsweiche erfordert bei Verwendung von 1 Vorarbeiter und 6 Mann etwa 7 Tage, im Ganzen mithin 49 Tagewerke einschl. des Bohrens der zur Befestigung der Radlenker, sowie sonst nöthigen Löcher. Die Anbringung der Umstellvorrichtung unterläßt man besser bis nach dem Einbau der Weiche.

§ 4. Die Verlegung der Kreuzungsweiche wird wiederum in ähnlicher Weise bewirkt, wie die der einfachen Weiche; nur zerlegt man dieselbe zweckmäßig in 5 Theile (die beiden einfachen Herzstücke, die beiden Zungenvorrichtungen und den mittleren Theil mit den Doppelherzstücken). Die alte Weiche, sowie sonstige Gleisetheile werden wie früher abgebrochen und je nach Platz und Umständen in größeren oder kleineren Theilen herausgenommen, das Kiesbett aufgehauen und eingeebnet, um dann zunächst mit dem Einlegen der Kreuzungsherzstücke zu beginnen, die man genau nach der Absteckung der beiden Gleise zurecht zurücken hat. Alsdann werden die Theile mit den Zungenvorrichtungen beiderseits angepaßt und endlich die Theile mit den einfachen Herzstücken zuletzt angeschlossen. Nachdem die graden Stränge nothdürftig zusammengelascht, die Schienen-Anschlußstücke gehauen und eingepaßt sind, wird die Weiche in die richtige Höhe gebracht, untersackt und oberflächlich gestopft. Darauf erfolgt das genaue Ausrichten der Weiche, zweckmäßig wieder an einer Schnur, das Zusammenlaschen der krummen Gleisetheile, das Einziehen der noch fehlenden Laschenbolzen und das sorgfältige und durchgängige Stopfen aller Schwellen, sowie endlich, nachdem gleichzeitig die Umstellungsvorrichtung mit dem Weichenbock angebracht ist, das Verfüllen der ganzen Weiche. Die Merkpfähle müssen gleichfalls hinter jedem der einfachen Herzstücke an die inneren Schienen der auseinanderführenden Gleise gesetzt bez. angebracht werden und zwar wieder dort, wo die Gleise von Mitte zu Mitte 3,5 m oder besser 3,8 m von einander abliegen. Bei sorgfältiger Vorbereitung aller Arbeiten kann man die Auswechselung einer alten und den Einbau der neuen Kreuzungsweise mit 2 Vorarbeitern und 35 Mann geschulter Leute in einem Zeitraume von $2^3/_4$—3 Stunden bewirken. Einschließlich der Vorbereitungs- und späteren Aufräumungsarbeiten haben die vorbenannten 2 Vorarbeiter mit ihren 35 Arbeitern jedoch

meistens einen ganzen Tag zu thun. Wenn die Weiche an ein Stellwerk angeschlossen ist, so kommen die hierzu nöthigen Arbeiten noch besonders in Anrechnung.

Der Einbau der Weichen und Gleisekreuzungen mit eisernen Schwellen unterscheidet sich nicht wesentlich von den vorbeschriebenen Verfahren. Er erfordert nur noch mehr Sorgfalt und größere Achtsamkeit hinsichtlich der Befestigung mit den eisernen Schwellen.

§ 5. Bezüglich der Unterhaltung der Weichen- und Gleisekreuzungen braucht unter Hinweis auf das im Katechismus für den Weichenstellerdienst (Seite 62) gesagte hier nur wenig nachgefügt zu werden. Eine gute und stets sicher wirkende Entwässerung ist eine Hauptbedingung für die dauernd gute Lage der Weiche, deshalb spare man nicht an gutem und reinen Bettungs- und Stopfmaterial. Die Spur muß ebenfalls stets richtig und innerhalb der zulässigen Grenzen erhalten werden. Da bei viel gebrauchten Weichen die Radlenker der starken Abnutzung unterworfen sind, so messe man die Spurrinnen zwischen Fahrschiene und Radlenker häufig nach und sorge dafür, daß diese nicht weiter als 44 mm werden, sonst muß die Radlenkerschiene ausgewechselt werden. Die Spurweite muß am Herzstücke selbstverständlich stets genau normal sein, ebenso bei den Doppelherzstücken. Die Befestigung im Zungendrehstuhl, der Weichenkuppel- und Zugstange in ihren Verbindungsstellen, dem Weichenbocke nebst Zubehör muß gleichfalls wiederholte Prüfung gewidmet werden. Beim Weichenbocke sehe man nach, ob die Stange desselben sich nicht etwa verbogen und die Laterne die Umgrenzungslinie des freien Raumes überschritten hat. Es ist überhaupt in dieser Hinsicht rathsam, wenn der Bahnmeister von Zeit zu Zeit sämmtliche Gleise seines Bahnhofes mit einem Rollwagen befährt, an dem der untere Theil der Umgrenzungslinie des freien Raumes aus Brettern zusammengeschlagen befestigt ist. Hauptsächlich bei Rampen, Ladebühnen und Kohlenbansen finden sich dabei häufig Profilüberschreitungen, die man nicht hat vermuthen können.

6. Drehscheiben, Schiebebühnen, Waagen und Wasserkrähne.

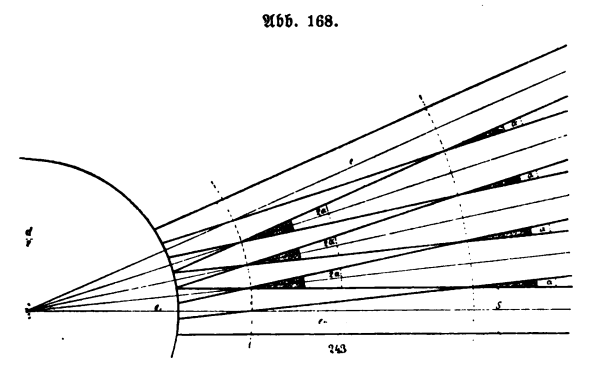
§ 1. Da nach der Eintheilung der Dienstgeschäfte meistens die Unterhaltung und Ueberwachung sämmtlicher beweglicher und *maschineller* Theile obenbezeichneter Anlagen dem Betriebswerk-

meister und nur die Maurer- und Gleisearbeiten dem Bahnmeister obliegen, so kann hier von der Beschreibung der maschienentechnischen Einrichtungen abgesehen und von den baulichen Anlagen nur das besprochen werden, was den Bahnmeister angeht.

Wie jedes Bauwerk, das stark belastet wird, gut und sicher gegründet sein muß, so muß es auch mit dem Mittelpfeiler der Drehscheibe, auf dem der Königsstuhl gelagert wird, wie auch mit dem äußeren Kranze, der die gebogene Laufschiene trägt, der Fall sein. Letztere ist außerdem genau wagerecht zu legen, da sonst die Drehscheibe schwer zu drehen ist. Die Sohle der Drehscheibengrube muß mit wetterfesten Steinen gut und undurchlässig in Mörtel abgepflastert und durch einen besonderen Canal gut nach außen entwässert werden. Der äußere Rand der Drehscheibengrube wird entweder durch eine rundum geführte Brüstung aus Mauerwerk oder aus einem gußeisernen Kranze gebildet, es sei denn, daß nur wenig Gleise von der Drehscheibe ausgehen und man nur an diesen Stellen Brüstungsmauern herstellt, den übrigen Theil der Grube aber mit Böschungen abschließt.

§ 2. Werden mehrere Gleise auf eine Drehscheibe geführt, so entstehen je nach der Größe des Drehscheibendurchmessers und je nach der Größe des Winkels, den die Gleisrichtungen bilden, entweder mehrfache, oder einfache, oder gar keine Ueberschneidungen (Abb. 168). Findet eine Ueberschneidung mehrerer Gleise statt,

Abb. 168.



so kann man für die entstehenden Herzstücke nur bei den beiden äußeren Gleisen Radlenker anbringen; es erhalten also die Fahrzeuge an den Ueberschneidungsstellen der übrigen Gleise

keine Führung. Mit Rücksicht auf diesen Uebelstand darf man die Herzstückwinkel nicht zu klein wählen und demnach höchstens eine zweifache Ueberschneidung stattfinden lassen. Die Anzahl der Herzstücke bei einfacher Ueberschneidung ist um 1 geringer als die Anzahl der Gleise; bei zweifacher Ueberschneidung entstehen zwei Herzstückreihen; die Anzahl der Herzstücke der der Drehscheibe zunächst gelegenen Reihe ist um 2 geringer als die Anzahl der Gleise; die Anzahl der Herzstücke der zweiten Reihe ist um 1 geringer als die Anzahl der Gleise. Bezeichnet man mit α den Winkel der Gleisrichtungen, so ist der Herzstückwinkel der zweiten Reihe ebenfalls $= \alpha$, der Herzstückwinkel der ersten Reihe $= 2\alpha$; bei einfacher Ueberschneidung ist der Herzstückwinkel $= \alpha$. Soll keine Ueberschneidung stattfinden, so muß, wenn d den Drehscheibendurchmesser und s die Gleisspurweite bezeichnet, $\alpha > \frac{360 . s}{d . \pi}$ sein; bei einfacher Ueberschneidung muß $\alpha < \frac{360 . s}{d . \pi}$ und $\alpha > \frac{360 . s}{2d . \pi}$ sein; bei zweifacher Ueberschneidung muß $\alpha < \frac{360 . s}{2d . \pi}$ und $\alpha > \frac{360 . s}{3d . \pi}$ sein. Bezeichnet man mit e die Entfernung der Herzstückspitzen vom Drehscheibenmittelpuncte, so ist bei einfacher Ueberschneidung $e = \frac{360 . s}{2 . \alpha . \pi}$ und bei zweifacher Ueberschneidung die Entfernung der Herzstückspitzen der ersten Reihe $e_1 = \frac{360 . s}{4 \alpha . \pi}$ und der zweiten Reihe $e_2 = \frac{360 . s}{2 . \alpha . \pi}$. Gewöhnlich wählt man die Lage der Herzstücke so, daß sich die Schienenaußenkanten der zusammenlaufenden Gleise an der Peripherie berühren. Bezeichnet man mit b die Schienenkopfbreite, so findet dies statt, wenn α wie nachfolgende Zusammenstellung angiebt gewählt wird:

Keine	Einfache	Zweifache
	Ueberschneidung	
$\alpha = \frac{360\,(s + 2b)}{d . \pi}$	$\alpha = \frac{360\,(s + 2b)}{2d . \pi}$	$\alpha = \frac{360\,(s + 2b)}{3d . \pi}$

Nimmt man die Schienenkopfbreite zu 58 mm an, so ergiebt sich für Drehscheiben von 12 m Durchmesser bei Schienenaußenkantenberührung an der Peripherie folgende Tabelle:

Keine	Einfache		Zweifache		
Ueberschneidung					
α	α	e	α	e_1	e_2
14° 48′ 36″	7° 24′ 18″ (1 : 7,59)	11,103 m	4° 56′ 12″ (1 : 11,58)	8,327 m	16,653 m

Aufgabe. Auf eine Drehscheibe, deren Durchmesser = 11,92 m ist, sollen 3 Gleise so geführt werden, daß eine einfache Ueberschneidung entsteht und die zusammenlaufenden Schienen sich an der Peripherie mit der Außenkante berühren. Wie groß ist der Herzstückwinkel zu wählen, und in welcher Entfernung vom Drehscheibenmittelpuncte muß die Herzstückspitze liegen?

Dem Vorhergehenden nach entstehen 2 Herzstücke; der Winkel bestimmt sich durch die Gleichung $\alpha = \frac{360\,(s + 2b)}{2\,.\,d\,.\,\pi} = \frac{360\,(1{,}435 + 2\,.\,0{,}058)}{2\,.\,11{,}92\,.\,3{,}1416} = \frac{558{,}36}{74{,}89} = 7^0{,}455 = 7^0\,27'28''$.
Die Herzstückentfernung bestimmt sich durch die Gleichung $e = \frac{360\,.\,s}{2\alpha\,.\,\pi} = \frac{360\,.\,1{,}435}{2\,.\,7{,}455\,.\,3{,}1416} = \frac{516{,}60}{46{,}84} = 11{,}029$ m.

Sollen nicht sämmtliche auf die Drehscheibe führenden Gleise auf entgegengesetzter Seite weitergeführt werden, sondern beispielsweise nur 1 Gleis, so muß man dennoch auf der entgegengesetzten Seite kurze Gleisenden herstellen, damit Fahrzeuge, welche aus irgend einer Veranlassung bei der Bewegung auf dem Drehscheiben-Gleise zu weit gerathen, nicht sofort entgleisen.

§ 3. Bei den Schiebebühnen hat der Bahnmeister dafür zu sorgen, daß das zugehörige Mauerwerk stets im guten Zustande sich befindet, die Laufschienen wagerecht liegen, fest auf der Unterlage ruhen und die Gruben gut entwässert werden. Ferner ist zu beachten, daß die Schienen der anstoßenden, wie der durchschnittenen Gleise richtig liegen, nicht überstehen oder verfahren werden. Letzteres ist besonders bei Schiebebühnen

werden; es kommt also darauf an, daß die angebrachten L
(es sind derer in der Regel mehrere angebracht, die n
staben bezeichnet sind), stets genau richtig sind, nicht
oder sonst beschädigt werden, sie auch in richtiger H
Schienenoberkante sich befinden und endlich die Vorr
zum Umlegen oder Hochziehen der Ladelehren stets in
sind. Die Unterhaltung der Prellböcke, welche an de
sog. Stumpfgleise (todte Gleise) aufgestellt werden, ist
Sache des Bahnmeisters, im Gleichen die Unterhal
Vieh- und Laderampen, sämmtlicher Entwässerungs-,
sonstiger Anlagen, sowie sämmtlicher Gebäude. Auf die
stände hier näher einzugehen, jedoch erscheint nicht nöthi
Ausführung der dabei vorkommenden Arbeiten sich v
ergiebt, darüber auch dem Bahnmeister von seinem Vo
jedesmal besondere Anweisung ertheilt wird.

7. Anordnung der Stationen.

§ 1. Bezüglich der Verkehrsgröße sind in
folgende Bezeichnungen und Unterscheidungen festgesetz
nennt Station allgemein jede Aufenthaltsstelle einer
und unterscheidet:

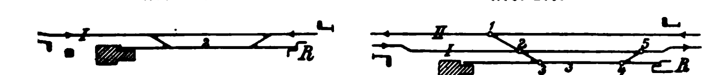
a. Bahnhöfe als Stationen mit bedeutenderem

ein, doch ist dieses nicht unbedingt erforderlich. Solche Haltepuncte sind u. A. auch die Stationen Börse, Janowitzbrücke und Bellevue der Berliner Stadtbahn.

§ 3. Haltestellen sind sowohl für den Personen, als auch für den Güterverkehr eingerichtet. Dieselben besitzen die nöthigen Abschluß- und Vorsignale, Bahnsteige, Dienst- und Warteräume für die Reisenden, Ladegleise, Zufuhr und Ladestraßen, wenn nöthig auch einen Güterschuppen und eine Laderampe.

Abb. 169 stellt einen Grundriß einer solchen Haltestelle ei eingleisiger und Abb. 170 bei zweigleisiger Bahn dar. Bei

Abb. 169. Abb. 170.



eiden Haltestellen ist außer den Hauptgleisen ein Ladegleis mit den Enden für den Güterschuppen und eine Laderampe angeommen. Bei Abb. 170 ist die Anordnung so getroffen, daß Spitzfahrten (ein Befahren der Weichen gegen die Spitzen ei durchfahrenden Zügen) vermieden werden, da die Weichen Nr. 5 und 1 mit der Fahrtrichtung biegen und bei 2 sich nur ine Kreuzung befindet. An letzterer Stelle könnte auch eine albe Kreuzungsweiche gelegt werden, ohne dadurch eine Spitzahrt hervorzurufen.

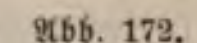
§ 4. Die Bahnhöfe theilt man in Bezug auf ihre Lage zum Bahnnetz ein, in Endbahnhöfe, Zwischenbahnhöfe, Anschluß- und Trennungsbahnhöfe, Kreuzungsbahnhöfe und Knotenpunctbahnhöfe, und in Bezug auf die Gestalt des zugehörigen Grundrisses in solche mit Kopfform, Durchgangsform, Keilform und Inselform.
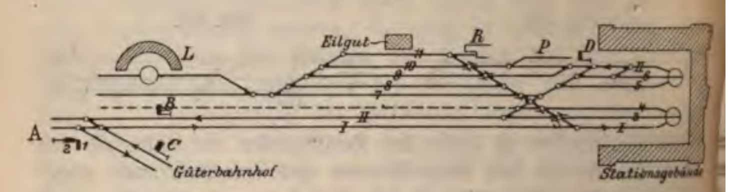
§ 5. Die Kopfform wird gewählt bei Anfangs- oder Endstationen, von denen aus eine Fortsetzung in der gegebenen Richtung nicht zu erwarten steht. Die Bahnhöfe in großen Städten erhalten oft die Kopfform, wenn man dieselben möglichst weit in die Stadt hineinverlegen will, ferner auch Endbahnhöfe bei Gebirgsbahnen. Bei der Einführung von Nebenlinien in eine Station iner Durchgangslinie wird erstere oft in Kopfform seitlich angeschlossen. Abb. 171 eigt einen Grundriß der letzten Art. Die

Abb. 171.

durchgehenden Gleise der Hauptbahn sind I und II. (Es ist Gebrauch die Hauptgleise mit römischen Ziffern zu bezeichnen). Diejenige der einlaufenden Bahn mit III, 4 und 5. Von den letzteren ist III dasjenige, auf dem die Züge der Nebenbahn einlaufen und von dem sie abfahren. Auf dem Gleise 4 fährt die Locomotive des eingefahrenen Zuges, nachdem sie die Drehscheibe passirt hat, zurück und Gleis 5 dient zur Aufstellung von Wagen.

Abb. 172 stellt eine größere Kopfstation für eine zweigleisige Strecke dar. Man trennt dabei die Ankunft von der


Abb. 172.

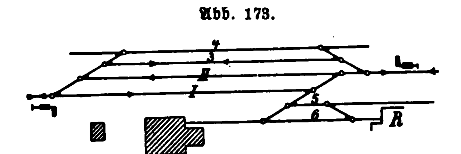


Abfahrt in der Weise, daß man das Ankunftsgleis I auf die eine Seite und das Abfahrtsgleis II auf die andere Seite und für jedes einen besonderen Seitensteig anlegt. Das Stationsgebäude umschließt, dann zweckmäßig beide Seiten und enthält auf der einen Seite die Abfahrtsräume und auf der anderen Seite die für die Ankunft. Die Gleise 3 und 6 dienen wieder zur Aufstellung von Wagen und über das Gleis 4 und die vorliegende Drehscheibe kehrt die Locomotive vom angekommenen Zuge nach dem Schuppen zurück. Gleis 5 kann für etwaige von hier ausgehende Vorortszüge, der zwischen ihm und Gleis 4 verbleibende Theil zu einem Bahnsteige dafür benutzt werden. Gleis 7 dient als Maschinengleis, die Gleise 8 und 9 zur Aufstellung von Personenwagen und diejenigen 10 und 11 zur Verladung von Eilgut und Aufstellung der dazu gehörigen Wagen. Bei R ist eine Rampe vorgesehen und bei P ein Gleis für Postzwecke angelegt. Bei L befindet sich der Locomotivschuppen und bei A außerhalb des Personenbahnhofes zweigen die Gleise für den seitwärts liegenden Güterbahnhof ab. Bei A befindet sich das Bahnhofsabschlußsignal mit 2 Armen, von denen Einfahrt mit einem Arm für Gleis I und Einfahrt mit beiden Armen für das Gütergleis gilt. Bei B und C befinden sich die Ausfahrtsignale für Gleis II und für das Gütergleis.

ßerdem ist bei D am Stationsgebäude noch ein Ausfahrts-
ist für Personenzüge vorhanden. Die Maste B und C sind
n einander so abhängig, daß sie nicht gleichzeitig gegeben
erden können, auch muß B erst gestellt sein, ehe D gezogen
erden kann. Ebenso ist auch A^1 von C abhängig, der Gleise-
euzung wegen; so daß beide Signale gleichzeitig nicht gegeben
erden können.

§ 6. Eine Durchgangsstation für eingleisige Strecken
it Ueberholungs- und Kreuzungsgleisen stellt Abb. 173 dar.

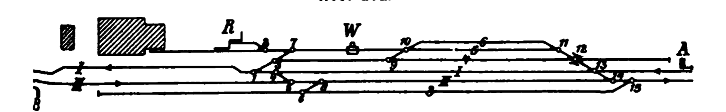
Abb. 173.



ieselbe ist so angeordnet, daß sämmtliche durchgehenden Züge grade
rch die Weichen einfahren und nur bei der Ausfahrt die gebogenen
leise der Weichen durchlaufen müssen. Für das Gleis II ist
n Zwischensteig angelegt, wobei angenommen ist, daß das
leis I in Schienenhöhe überschritten werde. Gleis 3 dient
r Ueberholung für Güterzüge und die Gleise 4, 5 und 6
llen zum Orts-Güterverkehr und zu Rangirzwecken benutzt
erden. Der Güterschuppen ist wieder dem Stationsgebäude
ngefügt und bei R eine Laderampe mit Kopf- und Seitenver-
dung angeordnet.

Abb. 174 zeigt eine ähnliche Bahnhofs-Anlage bei zwei-
leisiger Strecke mit zwei Ueberholungsgleisen 3 und 4. Die

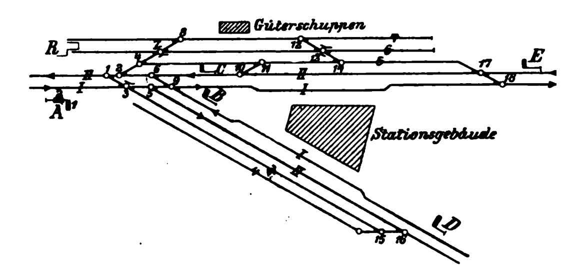
Abb. 174.



etzteren sind so angeordnet, daß sog. Spitzfahrten vermieden
erden, wodurch es freilich bedingt wird, daß die zu überholen-
en Züge, um auf das Ueberholungsgleis zu gelangen, zurück-
drückt werden müssen. Bei W befindet sich eine Centesimal-
aage bei R die Laderampe mit Kopf und Seitenverladung.
er Güterschuppen ist wieder mit dem Stationsgebäude ver-
nden. Die Weichenstraßen 1, 7 und 14—11 dienen zum

175 dar. Die Trennungsstelle liegt für die Fahrt v
nach rechts in der Weiche 5 und der Zusammenlauf f

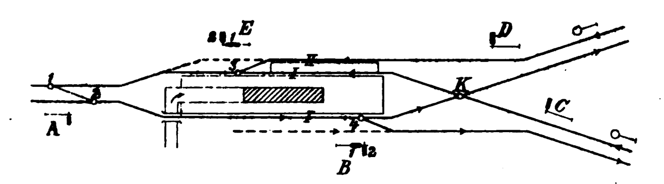
Abb. 175.



der Weiche 6 statt, wobei das Gleis I der Hauptstr
einer Kreuzung bei 9 überschritten wird. Außer de
gegen die Weiche 5 kommen Spitzfahrten nicht vor. Zu
holung müssen die Züge ebenfalls zurückdrücken und si
auf beiden Seiten je ein Gleis Nr. 3 und 5 ang
Das Stationsgebäude kann bei der Keilform des Bahnho
zweckmäßig in dem durch die Abzweigung gebildeten Kei
und bei Errichtung von Ueberbrückungen oder Unterfü
der Bahnlinie durch schienenfreie Zugänge vom Orte

§ 8. Abb. 176 zeigt einen **Trennungsbahnhof**, bei dem die Einfahrtsrichtungen so getrennt sind, daß z. B. oben im Plan nur von rechts nach links und unten nur von links nach

Abb. 176.

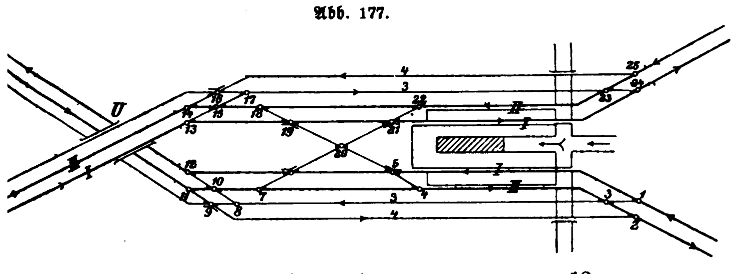


rechts gefahren wird und der Zusammenlauf bez. die Trennung der Gleise in beiden Fällen erst bei der **Abfahrt** der Züge, also nachdem die Züge vorher gehalten haben, erfolgt. Es wird dadurch eine wesentlich größere Sicherheit erzielt zumal, wenn man ferner noch die Kreuzungsstelle K der beiden Gleise I durch Ueberbrückung des einen Gleises ungefährlich macht. Mit Ausnahme der Trennungsweiche 4 kommen Spitzfahrten nicht vor. Das Stationsgebäude liegt, wie eine Insel vom Wasser, von allen Seiten mit Gleisen umgeben und nennt man diese Anordnung daher, einen **Inselbahnhof**, oder da es sich im vorliegenden Bahnhof zugleich um eine Trennung zweier Bahnen handelt, „**Trennungsbahnhof mit Inselbetrieb.**“

Die Bahnhofs-Abschlußsignale sind im vorliegenden Falle sämmtlich einarmig und von einander unabhängig, während die beiden Ausfahrtsignalmaste je 2 Arme erhalten und die Signale B¹ und C, falls bei K eine Kreuzung in Schienenhöhe sich befindet, gleichzeitig nicht gestellt werden können.

§ 9. Einen **Kreuzungsbahnhof** zweier zweigleisiger Bahnen stellt Abb. 177 dar. Bei ihm ist nach Art der Trennungsbahnhöfe mit Keilbetrieb das Stationsgebäude nur von 3 Seiten

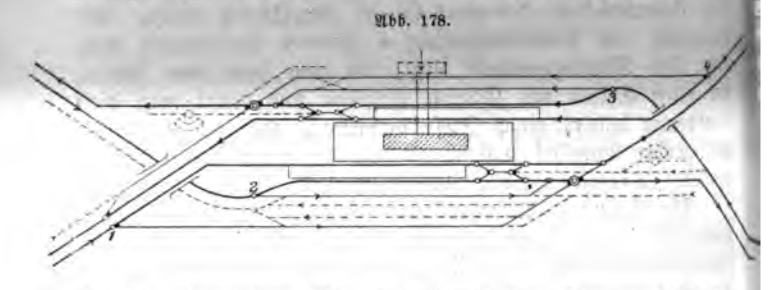
Abb. 177.



durch Gleise umgeben. Die Gleise I und II beiderseits des Stationsgebäudes dienen für den Personen, diejenigen 3 und 4 beiderseits für den Güterverkehr. Die Kreuzung der beiden Strecken ist durch Anlage einer Ueberführung bei U der einen Bahn über die andere bewirkt. Die weitere Erläuterung des Betriebes dieses Bahnhofes, welchen man Kreuzungsbahnhof mit Keilbetrieb benennt, ergiebt sich durch die angedeuteten Pfeile. Danach werden die Weichen 1, die halbe Kreuzungsweiche 5 und die Weichen 25 und 22 bei der Fahrt der Personenzüge von rechts nach links und die Weichen 11, 7 und 13, 19 bei umgekehrter Fahrtrichtung gegen die Spitze befahren. Die Weichenstraßen 7, 6, 21, 22 und 4, 5, 19, 18 dienen zur Vermittelung des Uebergangsverkehrs beider Bahnlinien.

§ 10. Schließlich sei in Abb. 178 noch eine Skizze eines Kreuzungsbahnhofes mit Inselbetrieb gegeben. Dieser

Abb. 178.



Bahnhof kennzeichnet sich wieder wie der Trennungsbahnhof Abb. 176 dadurch, daß die Fahrtrichtungen beiderseits des Stationsgebäudes so vertheilt sind, daß stets nur rechts gefahren wird. Die Spitzfahrten sind bei der Einfahrt der Personenzüge auf je eine Weiche 1, 2, 3 und 4 beschränkt. Das mitten zwischen den Gleise angelegte Stationsgebäude ist durch eine Untertunnelung von der Stadt aus zugänglich gemacht.

Die Inselform ist für die Kreuzungs-, wie auch für die Anschlußbahnhöfe am geeignetsten. Die Anschlüsse lassen sich durch Einführung todter Gleise recht zweckmäßig mit der Inselform vereinigen, und kann man dann für den Durchgangsverkehr, wie für den Ortsverkehr durch Untertunnelungen oder Unter- und Ueberführungen schienenfreie Zugänge zu den Bahnsteigen, wie auch zum Stationsgebäude herstellen.

Als einige hervorragende Beispiele aus neuester Zeit in
:ser Hinsicht mögen genannt werden, die Bahnhöfe Halle,
uisburg, Hildesheim, Düsseldorf, Erfurt und Köln*).

7. Nebenanlagen auf der Strecke.

Es sind hier in erster Linie die Wegekreuzungen mit der
kahn zu nennen und zwar unterscheidet man:

a. Wegübergänge in Schienenhöhe, bei denen die Wege in der Höhe von Schienenoberkante die Bahn überschneiden.
b. Wegüberführungen, d. h. Uebergänge, welche durch Brücken oberhalb der Bahn gebildet werden und
c. Wegunterführungen, bei denen durch besondere Bauwerke im Bahnkörper die Wege unter dem Gleise durchgeführt werden.

Die Bauwerke werden entweder aus Stein hergestellt und
wölbt, oder nur mit gemauerten Pfeilern und Wiederlagern
:rsehen, während der Oberbau aus Holz oder Eisen gefertigt
ird. Im letzteren Falle unterscheidet man Balkenbrücken,
rücken mit Sprengwerk oder Hängewerk, Blechbrücken, Gitter-
:ücken oder Fachwerkbrücken.

§ 2. Bei den Wegübergängen in Schienenhöhe unter-
heidet man folgende einzelne Theile: Die Rampen mit den Rampen-
inälen, die Uebergangsstelle zwischen den Schienen, die Ver-
hlußvorrichtungen und die Warnungstafeln. Die Neigung der
:ampen, sowie deren Breite ist verschieden und richtet sich nach der
:igenschaft und Lage des Weges. Die Neigung und Breite wird
or dem Bau unter Mitwirkung der Landespolizei festgesetzt und
hwankt erstere zwischen 1:40 und 1:12 letztere zwischen
,5 m—10 m. Die Rampencanäle haben den Zweck, das
m Bahngraben ankommende Wasser weiter zu führen. Sie
verden meist aus Thon oder Cementröhren hergestellt oder
uch wohl ganz aus Mauerwerk ausgeführt. Die Befestigung
es Weges an der Uebergangsstelle über die Schienen soll
urch Chaussirung (Schüttsteine mit Kies) hergestellt werden, wo-
ei die erforderlichen Spurkranzrinnen von den Eisenbahnfahrzeugen

---

*) Eine eingehende Behandlung dieses Gegenstandes findet man in
er Hütte XV. Auflage, Abschnitt „Eisenbahnbau“ von A. Goering,
owie von demselben Verfasser unter „Bahnhof“ in der Encyclopädie des
Eisenbahnwesens von Victor Röll.

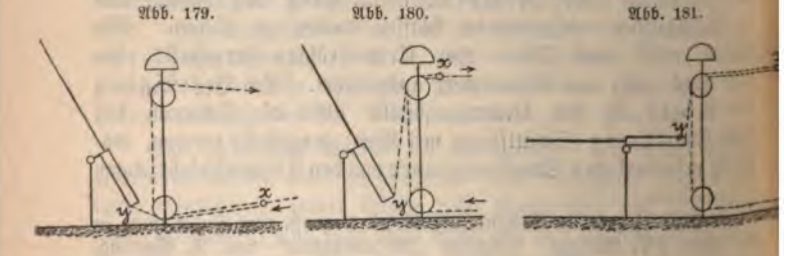
sich selbst einfahren. Bei solchen Ueberwegen muß jedoch Fürsorge getroffen werden, daß sie nicht hoch frieren, da sonst leicht Entgleisungen eintreten. Die Einlegung von Streichschienen ist wegen der dabei verbundenen Gefahr für Pferde, Schafe und Rindvieh verboten.

§ 3. Die Verschlußvorrichtung ist verschieden je nachdem dieselbe von dem Wärter unmittelbar bedient wird, der Wärter also an dem Ueberwege postirt ist, oder ob sie von einem entfernten Standpuncte des Wärters mittelst Drahtzug geöffnet und geschlossen wird. Im ersteren Falle unterscheidet man Drehschranken, Schiebeschranken oder Schlagbaumschranken, auch Ketten oder Thorschrauben und im letzteren Falle Zugschranken. Letztere können entweder schlagbaumartig oder als Thorwege gestaltet sein. Beide Arten von Schranken werden wenn nöthig dicht vergittert, um das Durchkriechen zu verhindern.

§ 4. An die Zugschranken stellt § 4 Absatz 5 des Bahnpolizei-Reglements die Forderung, daß sie auch mit der Hand geöffnet und geschlossen werden können. Ferner soll jeder Uebergang mit Zugschranke eine Glocke erhalten, mit welcher vor dem Schließen der Schranke zu läuten ist. Diese an die Zugschranken gestellte Anforderungen haben seit Bestehen der Vorschriften vielfache Lösungen gefunden, so daß es nicht möglich ist, dieselben hier alle vorzuführen. Es möge daher nur ein Beispiel gegeben werden, um damit zu zeigen, wie die Bedingungen zu erfüllen sind; im Uebrigen aber werde auf die unten genannte Quelle verwiesen*).

Die Zugschranke hat doppelte Drahtleitung, an welche bei x Abb. 179—183 mit dem einen Ende eine kurze Kette be-

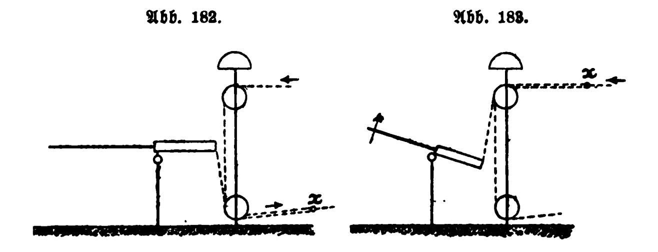
Abb. 179. Abb. 180. Abb. 181.



*) Ueber Drahtzugbarrièren „Fortschritte des Eisenbahnwesens“ Seite 98 bei J. F. Bergmann. Wiesbaden.

:igt ist, deren anderes Ende zum Hinterende des Schlagbaumes ırt. Letzterer hat seinen Drehpunct etwa 0,15 m unter angenmitte, so daß er sowohl in der geöffneten, als in der

Abb. 182. Abb. 183.



hlossenen Stellung hinreichendes Uebergewicht hat. Will der ırter schließen, so bewegt er die Leitung in der Pfeilrichtung, b. 179. Der Verbindungspunct x der beiden Ketten bewegt bis x, Abb. 180 das Läutewerk ertönt während der ganzen t, ohne daß der Schlagbaum zu schließen beginnt. Bei ierer Bewegung des Drahtes in der Pfeilrichtung, Abb. 180, ießt der Baum und gelangt in die Stellung Abb. 181. Um der öffnen zu können, muß der Wärter erst so lange rück- rts drehen, bis x in die Stellung Abb. 182 gelangt, beim ferneren Anziehen des Drahtes erlangt der Baum der die Stellung Abb. 179. Oeffnet ein Passant, wie in b. 183 angegeben, so erhält der Wärter durch das Läutewerk Windebock Meldung. Je länger die Kette xy genommen wird, to länger dauert das Vorläuten beim erstmaligen Schließen rch den Wärter.

§ 5. An den Ueberwegen in Schienenhöhe müssen beider- ts und zwar am Fuße der Rampen oder doch 10—20 m n der Schranke entfernt Halte- und Warnungstafeln fgestellt werden, welche die hierhergehörigen bahnpolizeilichen rschriften enthalten. Am besten werden diese Tafeln aus ver- ıktem Eisenblech hergestellt und mit erhabener Schrift versehen. ls Pfosten verwendet man zweckmäßig alte Siederohre oder alte isenbahnschienen. Bezüglich der Stationssteine, Neigungszeiger ıd Krümmungstafeln wird auf den Katechismus für den Bahn- ärterdienst verwiesen.

§ 6. Die Einfriedigungen der Bahn werden hergestellt us *Drahtzäunen*, *Schluchterwerkzäunen* oder *Spriegelzäunen*, die

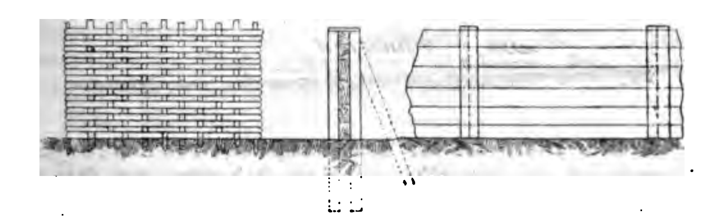
von Schutzgraben mit Aufwurf, die im Ganzen 3 m
40 m vom Fuße des Dammes entfernt, der Bahn entla
werden am meisten zu empfehlen. Durch Quergräben m
Aufwurf, die in 50—100 m Entfernung senkrecht
bis an diesen Brandgraben geführt werden, theilt
Feuerbezirk in kleinere Flächen, so daß beim Funk
und bei Zündungen nur verhältnißmäßig kleine F
brennen können. Die Gräben und Aufwürfe müssen
gehalten werden.

§ 8. Zu Verhütungen von Schneeverwehun
besondere Anlagen nothwendig. Indem bezüglich der e
Behandlung dieses Gegenstandes auf die unten*) vermer
verwiesen wird, sei hier nur das Nothwendigste zusam

Dem Verwehen am meisten sind ausgesetzt die
Einschnitte, sowie die niedrigen Theile größerer Einsc
die Stellen, an denen das Gleis in gleicher Höhe mi
stoßenden Gelände liegt. Die Menge des herangeweht
hängt hauptsächlich ab von der Gestaltung und der
vor der Bahn liegenden Geländes. In Wäldern kön
Schneeverwehungen entstehen, sondern nur Schneean
in Folge ruhigen Schneefalles. Auf freiem Felde ist
gewehte Schneemasse um so größer, je weniger Ei
das Feld hat, je weniger Gräben, Hecken, Zäune od

Anwendung. So würde bei 300 m Vorlandtiefe $\frac{300}{30} = 10$ □ m bei 3000 □ m vielleicht $\frac{3000}{100} = 30$ □ m zu rechnen sein. Zur Abhaltung dieser Schneemassen muß man Anlagen neben der Bahn schaffen, in denen solche Mengen sich ablagern können. Dieses kann geschehen durch Anlage von hinreichend breiten Niederwaldstreifen, vor und in denen sich der Schnee ablagern kann. Diese Wald-Streifen sind aber des Grunderwerbs wegen ziemlich theuer*) und daher nur dort anzuwenden, wo Grund und Boden billig ist. Durch Anlage von Wällen und Gräben neben der Bahn kann man hinreichend Ablagerungsflächen schaffen, jedoch sind auch diese Anlagen verhältnißmäßig theuer, obgleich sie in der Unterhaltung am billigsten sind. Am meisten zur Verwendung geeignet sind Zäune aus Brettern oder alten Eisenbahnschwellen oder auch aus Flechtwerk. Abb.: 184 und 185

Abb. 184. Abb. 185.



stellen die letzteren Anordnungen dar. Die Aufstellung der Zäune bewirkt man entweder an der Kante des Einschnitts (Abb.: 1, S. 56, Erster Theil) oder in entsprechender Entfernung von derselben. (Abb.: 2, S. 58, Erster Theil), und giebt dabei den Zäunen die Höhe, welche zur Erreichung des nöthigen Ablagerungs-Querschnittes nöthig ist. Reicht ein einfacher Zaun nicht aus, so muß man einen zweiten in entsprechender Entfernung davor aufstellen.

Besondere Beachtung muß man den Stellen schenken, an denen Auftrag und Abtrag wechseln, da durch schräg einfallenden Wind hier leicht Verwehungen hervorgerufen werden können. Es

*) Siehe näheres darüber „Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens“ 1891, *Seite 234.*

ist deshalb nothwendig, einen besonderen Zaun nach Abb. 186 um das Ende des Einschnitts herumzuführen, der hoch genug gemacht werden muß, um den ankommenden Schnee vor und hinter sich aufzunehmen. Abb. 187 zeigt den Querschnitt nach

Abb. 186.

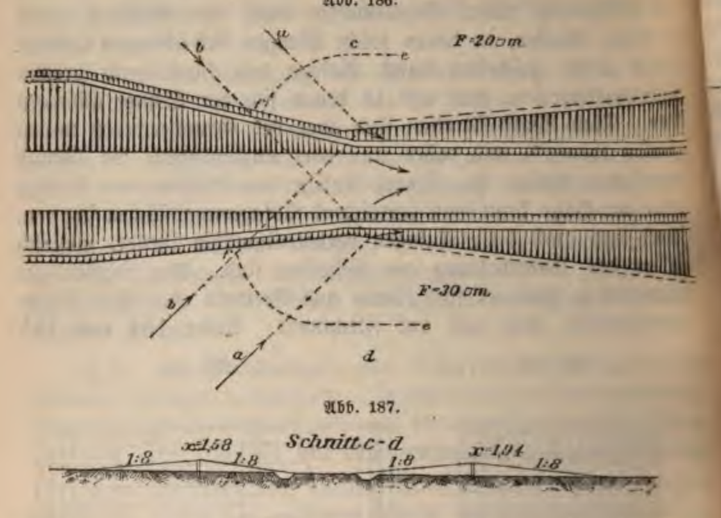


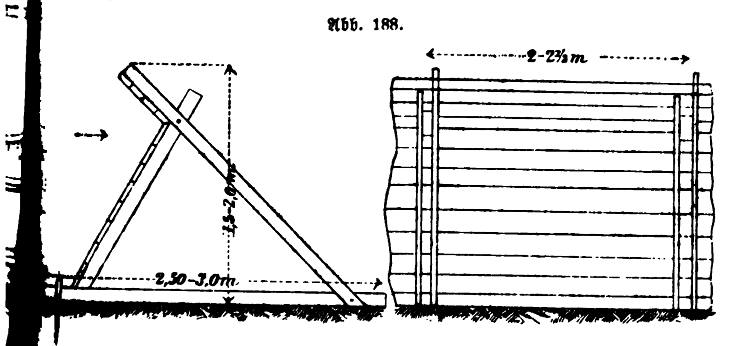
Abb. 187.

c—d, Abb. 186. Bei der Ablagerungsfläche von F=20 □ m ermittelt sich die Zaunhöhe, bei einer Abdachung des Schnees von 1: 8, die man als Durchschnittswerth annehmen kann, zu $20 = 2 \cdot \frac{x \cdot 8x}{2} = 8x^2$; $x = \sqrt{\frac{20}{8}} = 1{,}58$ m und bei F = 30; $x = \sqrt{\frac{30}{8}} = 1{,}94$. Die Entfernung, in der die Zäune herumgeführt werden müssen, ist also in dem einen Falle = $8 \cdot 1{,}58\,\text{m} = 12{,}64\,\text{m}$ und im anderen $8 \cdot 1{,}94 = 15{,}52$ m. Bei der Wahl der Anordnung nach Abb. 2, S. 58, erster Theil schließt sich der um den Anfang des Einschnitts herumzuführende Zaun, an den von der Einschnittskante entfernt stehenden Zaun unmittelbar an.

Wo aus irgend welchen Gründen feste Zäune nicht aufgestellt werden können, verwendet man versetzbare Schutzwände oder Zäune, die man aus Brettern, Latten, Hürden, Drahtgewebe oder Gitterwerk, auch wohl aus Eisenblech herstellt.

Besonders empfehlenswerth ist eine bei der Union-Pacific-Bahn in Nordamerika angewendete Form, welche Abb. 188 darstellt, da sie besonders fest nnd leicht aufzustellen ist.

Abb. 188.



Man kann dieselbe auch, falls sie nach einem stattgehabten Schneewehen bis obenhin voll verweht sind, herausheben und auf die gebildete Schneeablagerung setzen. Dadurch hat man dann von Neuem einen Ablagerungs-Querschnitt und somit weiteren Schutz für später eintretende Schneewehen geschaffen.

§ 9. Was die seitens des Bahnmeisters beim Beginn des Winters zu ergreifenden Maßnahmen betrifft, so sei bemerkt, daß auf die Bereitstellung der Hürden, etwaiger Schneepflüge, Schaufeln und sonstiger Geräthschaften Bedacht zu nehmen ist. Die Strecken sind daraufhin zu prüfen, ob nicht etwa seit dem vorigen Jahre in der Nähe niedriger Einschnitte oder flacher Stellen, Hecken oder Zäune angelegt oder Buschwerk und Sträucher angewachsen sind, die bei eintretender Verwehung gefährlich werden können. Die Rottenführer und Wärter sind auf die gefährlichen Stellen der Strecke aufmerksam zu machen und zu unterweisen, wie sie nöthigenfalls zu handeln haben. Auch ist Anweisung zu ertheilen, wo sich die Arbeitskräfte beim Eintritt des Schneetreibens einzufinden haben, um etwaige weitere Befehle entgegen zu nehmen.

§ 10. Beim Eintritt des Schneewehens selbst muß der Bahnmeister möglichst viel unterwegs sein und auf der Locomotive oder im Zuge die Strecke bereisen, damit er über den Zustand seiner Strecken stets genau unterrichtet ist und die nöthigen Anordnungen treffen kann. Es ist gut, eine größere

aber nicht und sind nicht hinreichend Arbeiter zur St
helfend eingreifen zu können, so fährt die Maschine,
wenn möglich der Station telegraphisch Kenntniß gegeben
zur nächsten Station, um Hülfe herbeizuholen. Wenn beim
bleiben eines Zuges es aussichtslos ist vorwärts zu
so kann man versuchen den Zug wieder nach den rückw
legenen Stationen zurückzudrücken; dabei muß man je
sonders vorsichtig zu Werke gehen.

Die bestehenden Signale oder sonstigen Vorschrif
dabei streng zu beachten; ebenso muß die Ueberwach
Strecke, so wie der mit dem Schneeschaufeln beschäftigten
seitens der Wärter sehr aufmerksam besorgt werden, da
beim Schneetreiben die Signale nur schwer zu sehen
hören sind.

III. Auszug

aus den Normen für die Construction und Ausrüst
Eisenbahnen Deutschlands vom 30. November 18

§ 1. Beim Bauentwurf soll wenn nöthig auf ein
Gleis Rücksicht genommen werden. Das Normalpro

§ 4. Die Bettung soll unter den Schienenunterlagen ndestens 0,20 m hoch sein; ferner muß Schienenunterkante ndestens 0,60 m über Hochwasser liegen.

§ 5. Die normale Spurweite beträgt 1,435, in Bögen t unter 1000 Halbmesser wird sie entsprechend vergrößert, och höchstens um 0,030 m.

§ 6. In Bögen soll die äußere Schiene entsprechend der ßten Geschwindigkeit der Züge höher liegen als die innere. ischen Gegenkrümmungen ist ein grades Stück von solcher ige einzuschalten, daß die Züge stetig überlaufen. Auf freier hn dürfen Bögen mit Halbmesser unter 180 m nicht ver= ıdet werden; unter 300 m ist die Genehmigung des Reichs= enbahnamts nöthig.

§ 7. Neigungen sind höchstens bis 1:40 zulässig; bei 80 und stärker ist jedoch schon die Genehmigung des Reichs= enbahnamts nöthig.

§ 8. Gefällwechsel auf freier Strecke sind nach einem eisbogen von mindestens 5000 m Halbmesser, an Bahnhöfen 00 m abzurunden. Zwischen Gegenneigungen von mehr als 200, sofern die Länge einer derselben 1000 m übersteigt, eine weniger als 1:200 geneigte Strecke von mindestens 0 m Länge einzulegen, die zur Ausrundung benutzt werden ın.

§ 9. Doppelgleise auf freier Bahn sollen nicht weniger 3,50 m v. M. zu M. von einander entfernt sein. Auf den ationen soll diese Gleisentfernung nicht weniger als 4,50 m ragen. Gleise, zwischen denen Bahnsteige anzulegen sind, len mindestens 6,0 m von einander abliegen.

§ 10. Die Schienen sollen aus gewalztem Eisen oder ahl bestehen; die innere seitliche Abrundung des Kopfes der hiene ist nach einem Halbmesser von 14 mm zu bewirken. e Befestigungsmittel sollen auf der Innenseite des Gleises in Breite der Spurrinne mindestens 38 mm unter S. O. liegen.

§ 11. Jede Stelle der Schiene soll 7000 kg tragen ınen.

§ 12. Bahnhöfe und Haltestellen, auf denen Kreuzungen d Ueberholungen von Güterzügen stattfinden, sollen in keiner rkeren Neigung als 1:400 liegen; dabei dürfen jedoch die sweichegleise in eine stärkere Neigung hineinreichen.

§ 13. Kreuzungen zweier Bahnen außerhalb der Stationen len durch Ueberbrückungen hergestellt werden.

§ 14. Die Weichenzungen müssen mindestens 100 mm weit aufschlagen.

§ 16. Die Höhe der Bahnsteige darf ohne Genehmigung des Reichseisenbahnamts nicht mehr als 0,38 m über S. O. betragen. Alle auf dem Bahnsteig feststehenden Gegenstände müssen bis zu einer Höhe von 2,50 m über dem Bahnsteig mindestens 3,0 m von der Mitte desjenigen Gleises entfernt sein, für das der Bahnsteig gilt.

§ 18. Die Höhe der Viehrampen darf nicht über 1,20 m über S. O. betragen. Die Ladegleise müssen beim Verladen von der Seite die folgeweise Vorführung von 20 Fahrzeugen vor eintretender Rückbewegung gestatten.

§ 19. Die Höhe des Fußbodens der Güterschuppen darf 1,120 m über S. O. nicht übersteigen.

§ 21. Jeder Wasserkrahn soll in einer Minute mindestens 1 kbm Wasser liefern. Die Ausgüsse der Wasserkrähne sind mindestens 2,850 m über S. O. zu legen.

Alphabetisches Sachregister.

Seite

A.

oßschwelle . . . 135
. 135
leis 190
gsquerschnitt . . 199
z der Weiche . . 158
der Materialien . 121
ag 26
gnalmast . . . 188
der Gleise . . . 132
des Gleises . . 121
der Weiche . . . 175
g 131
. . . . 141
. . . . 36
hwelle 141
toßschwelle . . . 135
des Gleises . . . 134
einzelner Stellen . 142
leis 190
gen der Stationen 188
inkel . . . 152. 159
inkel der Zunge . 155
ahnhof 189
schen 132
hiene 160
der Schwelle . . 128
t 29
ng des Geländes . 18
d. Bettungskörpers 29
ung der Schienen . 120
ignal 190
ignalmast . . . 188
ng der Erdarbeiten 22
chienen 125
n des Kieses . . 145
n 146

Seite

Auskofferungen 27
Ausrichten 134
Auswechseln der Schienen und Schwellen . . . 147

B.

Backenschiene . . 152. 155. 158
Bahnhöfe . . . 188. 189. 203
Bahnhofsabschlußsignal 190. 192
Bahnsteig 203. 204
Bahnquerschnitte 18
Bau des Gleises 125
Bauart Haarmann 39. 41. 71. 85. 138
" Hartwich . 85. 102. 105
" Heindel 85
" Hilf 61. 65
" Hohenegger . . . 115
" Kock 40
" Rüppell, Kohn . . 78
Bauerlaubniß 16. 19
Bauers Schienenrücker . . 143
Baulänge der Weiche . . . 161
Befestigungsmittel 203
Bekleidung der Böschung . 24
Berechnung der Erdarbeiten 18
" " Kreuzweichen 155
" d. einfachen Weiche 152
Berkinshaw. John . . . 3
Berlin 39
Besichtigung der Strecke . 150
Betriebsgleis, Umbau desselben 126. 130
Bettung . . . 20. 27. 30. 203
Bettungshöhe 19
Bettungskörper 31
Biegemaschine 125

Seite

Block-Apparat 11
Blocket 7
Blockmast 188
Böschung 20. 21
Böschungsarbeiten 22
Bogenabstand 157
Bohren 131
Bohrlehre 131
Bohrer 132
Bohrmaschine 126. 131
Bohrschablone 126
Bohrzeug 132
Bolzen 36
Booth 8
Braunschweig-Wolfenbüttel . 9
Breite des Bahnkörpers . . 202
Breitfußschiene 4. 33
Breslau 43
Bromberg 51
Brücken, hölzerne 202
Brücken aus Eisen 202
Bruchstelle 148
Büssing H. 13

C.

Centesimalwaagen 188
Chambers und Stevens . . 13
Converter Schlacke 31
Curr, Benjamin 2

D.

Dammfuß 21
Dammrutschung 26
Deckrasen 24
Doppelgleis 19. 203
Doppelherzstück . . 156. 161. 171
Doppelnägel 97
Doppelmuttern mit Keil. . 40
Doppelte Gleiseverbindung . 178
Doppelweichen . . . 163. 177
Drahtgewebe 200
Drahtzäune 197
Drehschranke 196
Drehscheibe 184
Drehscheibengrube 185
Drehscheibenmittelpunkt . . 186
Dresden-Leipzig 9
Druckschraubenschlüssel . . 134
Düsseldorf-Elberfeld . . . 9

Durcharbeitung der Strecke .
Durchgangsform d. Bahnhofes
Durchgangsstation . . .
Durchgangsverkehr . . .
Durchwurf . . . . . .

E.

Einbautrupp . . 132. 136.
Einfriedung . . . . . .
Einschlagen der Nägel . .
Einschnitt . . . . . .
" aus Thon . . .
Eisenbahnbau . . . . .
Eisenbahnen d. ganzen Erde
Elberfeld . . . .
Elberfeld-Düsseldorf . . .
Endbahnhöfe . . . . .
Entwässerungsanlagen . .
Erdmassen . . . . . .

F.

Fahrgeschwindigkeit d. Zuges
Fanggräben . . . . . .
Federring . . . . . .
Fischbauchschiene . . . .
Flügelschiene . . . . .
Flußkies 31
Förderarten . . . . . .
Förderkosten . . . . . .
Frankfurt a. M. . . . .
Frostbeulen . . . . . .
Frostwirkung . . . . .
Fürth-Nürnberg . . . .

G.

Gaus . . . .
Gefällwechsel . . . . .
Gegenneigung . . . . .
Geschichte der Eisenbahn .
Geschwindigkeit des Zuges .
Geske . . . .
Gestein . . . .
Gitterwerk . . . . . .
Gleisachse . . . . . .
Gleisentfernung . . . .
Gleisekreuzung . . . . .
Gleisekrümmung . . . .
Gleiseverbindung . . . .

Seite
·bindung, einfache . 178
werfung 143
or dem Herzstück . 153
e 16
. . . . 12
n 22
es 33
ısserstand 20
ıppen 204

H.

ın, Langschwellen=
. . . . 41. 144
ın, Hakenplatten . 52
ın, Schwellenschiene 85
gel 37
ıtten 70
.en . . . 188. 189. 203
ıcte 188
r 68
me . . . 129. 134. 135
ng des Gleises . . 120
. . . . 152. 159. 168
, Grade vor demselben 153
spitze 151
winkel . . . 152. 186
·r von Waldegg . . 5
Oberbau 144
schlacke 31
er 203
ge d. beiden Schienen 122
·ssung 17
ellen . . 34. 36. 164
. . . . . . 201. 200

J.

nhof . . . 189. 193
m 194
Max 13

K.

eb 194
. . . . 189
. . . . . 25. 31. 32
. . . . 133
p 132. 138

Seite
Klammern 42
Klammerbolzen 42
Klammertrupp 138
Kleineisenzeug 165
Klemmplatten 70
Klemmplattentrupp . . . 138
Knotenpunktbahnhof . . . 189
Köln, rechtsrhn. 73
Köln, linksrhn. 77
Königsstuhl 185
Kopfform 189
Kopfstation 190
Kopfverschluß 47
Krampenstück 52
Kreuzung . . . 161. 176. 203
Kreuzung, Baulänge ders. . 162
Kreuzung, Mittelpunct derselben 161. 163
Kreuzungsbahnhof 189. 193. 194
Kreuzungsbahnhof mit Inselbetrieb 194
Kreuzungsweiche . 162. 163. 176
Kreuzungsweiche, Verlegung derselben 182
Kronenbreite 19
Krümmungshalbmesser . . 16
Kuhfuß 131

L.

Ladegleis 204. 202
Ladelehre 188
Lademaaß 188
Laderampe 188
Längenschnitt 16
Längenmessung 17
Läutewerke elect. 11
Lageplan 16. 18
Langschwellen 34
Langschwellen, Haarmann . 41
Langwellen=Oberbau . . . 2
Laschen 34. 35
Laschentrupp . . . 132. 138
Laschenbolzen 35
Laschenschrauben 34
Lehmboden 25
Leipzig=Dresden 9
Leistungsfähigkeit d. Arbeiter 22
Leitkante 160. 161
Leonhart 11
Libelle 135

Seite

Linksweiche 151
Liverpool-Manchester . . . 8
Locomotivmaschine . . . 6
Löschgruben 188
Losh W. 3

M.

Maaßlatte 136
Magdeburg 80
Manchester-Liverpool . . . 8
Maschinengleis 190
Materialien zu Weichen und Kreuzungen 164
Moorboden 25
Morse 10
Mutterboden 24

N.

Nageln 134
Nageltrupp 132
Neigung 203
Niederwaldstreifen 199
Nivellement 17
Normalprofil 203
Normalweiche 151
Nürnberg-Fürth 9

O.

Oberbau des Gleises . . . 33
Oberbau d. Kgl. Bayerischen Staats-Eisenbahn . . 85
Oberbau d. Deutschen Reichs-Eisenbahn 102
Oberbau der Großherzogl. Badisch. Staats-Eisenb. 99
Oberbau der Kgl. Pr. St. E. 34
„ d. Kgl. Sächs. Staatsb. 92
„ d. Kgl. Württemberg. Staatsbahn 97
Oberbau d. K. K. Oesterr. Staatsbahn 112
Oberbau d. Hessisch. Ldwgsb. 106
Oberbau der Mecklenburg. Friedr. Franz. Eisenb. 110
Oberbau der Oesterr. Nordwestbahn 115
Oberbau d. Oldenburgischen Staatsbahn . . . .
Oberbau d. Pfälz. Eisenbahn
Oberbau mit eisernen Querschwellen . . . . .
Oberschläge . . . . . .
Ortsverkehr . . . . . .
Outram . . . .

P.

Packlage 31
Planum . . . .
Planumsbreite . . . . .
Planumsoberfläche . . . .
Possekel . . . .
Prellböcke . . . .

Q.

Quellsand . . . . . .
Querschnitt der Laschen und Schienen der Kgl. Pr. E. B. 1886 . . . . . .
Querschwellen . . . . 34.
Querverbindung . . . .

R.

Radlenker . . . 159. 160.
Rainhall . . . .
Rampe . . . .
Rampencanäle . . . . .
Ravensworth . . . . .
Rechtsweiche . . . . .
Reynolds . . . . . .
Richteknüppel . . . 129.
Rüppell . . . .
Rutschfläche 26
Rutschung . . . . . .

S.

Sackmaaß . . . . . .
Sand 25. 31
Saxby . . . .
Schaufeln . . . . . .
Schiebebühne . . . 184.
Schiebeschranken . . . .
Schienen . . . . . 165.

Seite
1890 d. Pr. St.
. . . . 6
rüche 147
ruchverband . . . 148
gußeiserne . . . 2
hochkrumme . . 142
atte 133
aschen 165
teigung 123
ichter 141
toßüberblattung . 78
reiben 143
iberhöhung . . . 122
oinkel 126
. . . . 32
oumpen 140
nmschranke . . . 196
d 25
ck 52
werk 197
argleise 23
u. Hennig . . . 14
agerung 198
häufung 198
. . . . 198
üge 201
tzanlagen . . . 198
wehung 198
hen 25
. . . . 31
nnägel 39
ifen 21
ide 201
laschen 42
schrauben . . 39. 127
theilung 133
unterkante . . . 32
vertheilungslatte,
ntheilung 126
. . . . 135
tze 26. 28
. . . . 147
e 8
& Halske . . 11. 13
aste 188
ten 191
. . . . 133
zäune 197
eiterung . 124. 131. 152
er 141
e 148. 149. 159. 160. 161

Seite
Spurweite . . . 2. 124. 203
Stationspfähle 17
Steigung 16
Steinheil 10
Steinrigolen 146
Steinpacklage 31
Steinschlag 33
Steinschotter 33
Steinwürfel 3. 4
Stellwerke 13
Stevens, L. 4
Stephenson, G. 3. 7
Stephenson, R. 4
Stichrohr 146
Stopfen 145
Stopfen der Schwelle . . . 142
Stopfen der Querschwelle . 129
Stopfhacke 129
Stopfmaterial . . . 32. 145
Streichschiene 196
Stuhlschiene 4
Stumpfgleise 188
Suppen 32. 140

T.

Taunusbahn 4
Technische Vereinbarungen 15. 33
Telegraphie, elect. 9
Thonboden 25
Torf 25
Transport mit Handkipp-
karren 22
Transport mit Pferdekipp-
karren 22
Transport mit Schubkarren 22
Trennungsbahnhof . . 189. 193
Trennungsbahnhof mit In-
selbetrieb 193
Trennungsstation 192
Trennungsweiche 193
Trevethik 6
Trümmergestein 25

U.

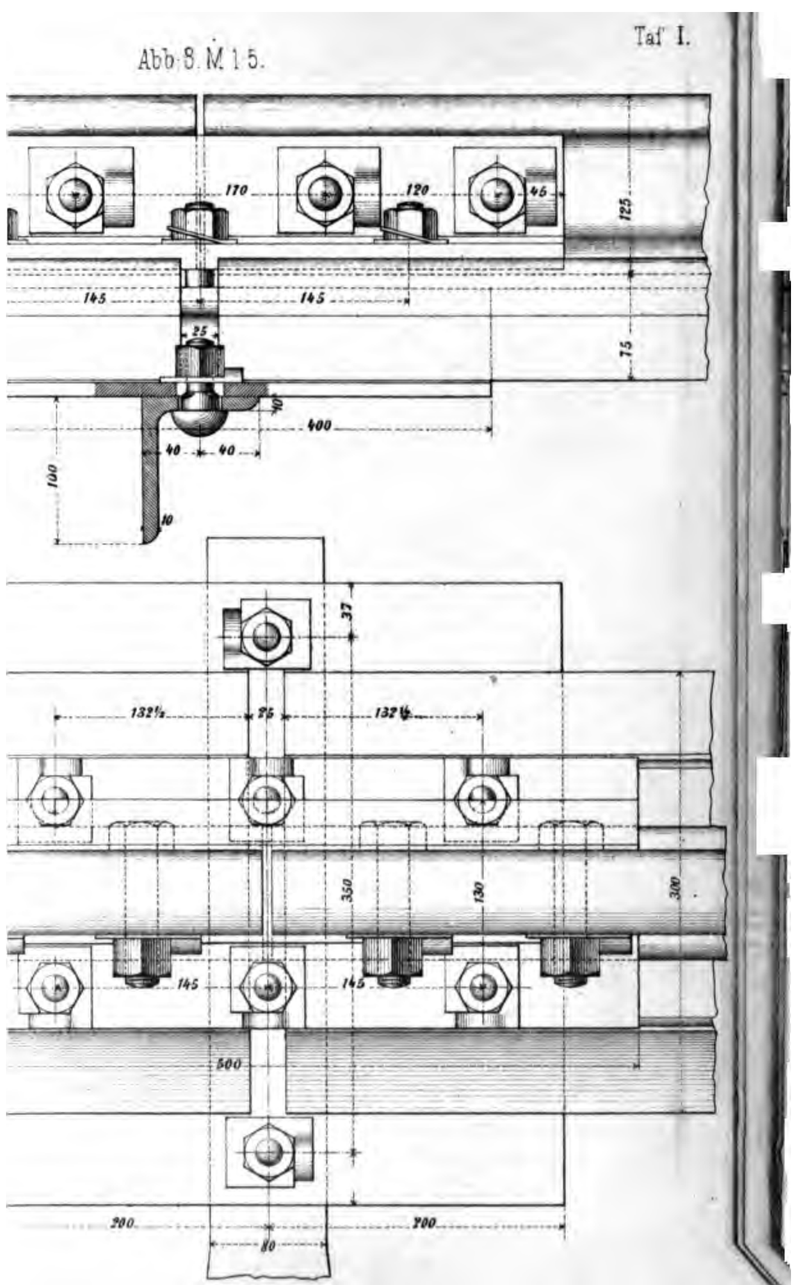
Ueberhöhung . . . 122. 150
Ueberholungsgleis 191
Ueberschneidung . . . 185. 186
Umbau des Betriebsgleises . 130

	Seite
Umbildung	26
Umbildung des Planums	27
Umgrenzungslinie	148
Umgrenzungslinie des lichten Raumes	149
Umstellungsvorrichtungen	170
Unterhaltung des Oberbaues	139
Unterhaltung der Weichen und Gleisekreuzung	184
Unterlagsplatten	37. 40
Unterlagsspannplatten	118
Unterstopfen der Schwellen	128
Union Pacificbahn	201
V.	
Vereinbarungen, techn.	15. 33
Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen	14
Verlegung einer Kreuzweiche	182
Verschlußvorrichtung	195. 196
Viehrampe	204
Vignoles Charles	5
" Schiene	5
Vivian	6
Vorarbeiten	16
Vorarbeiten, allgemeine	16
Vorarbeiten, ausführliche	17
Voyaceck	125
Vorland	198
W.	
Waagen	184
Waldbrände	21
Waldstreifen	199
Wandern der Schiene	142
Warnungstafel	195
Wasserkrahn	184. 204

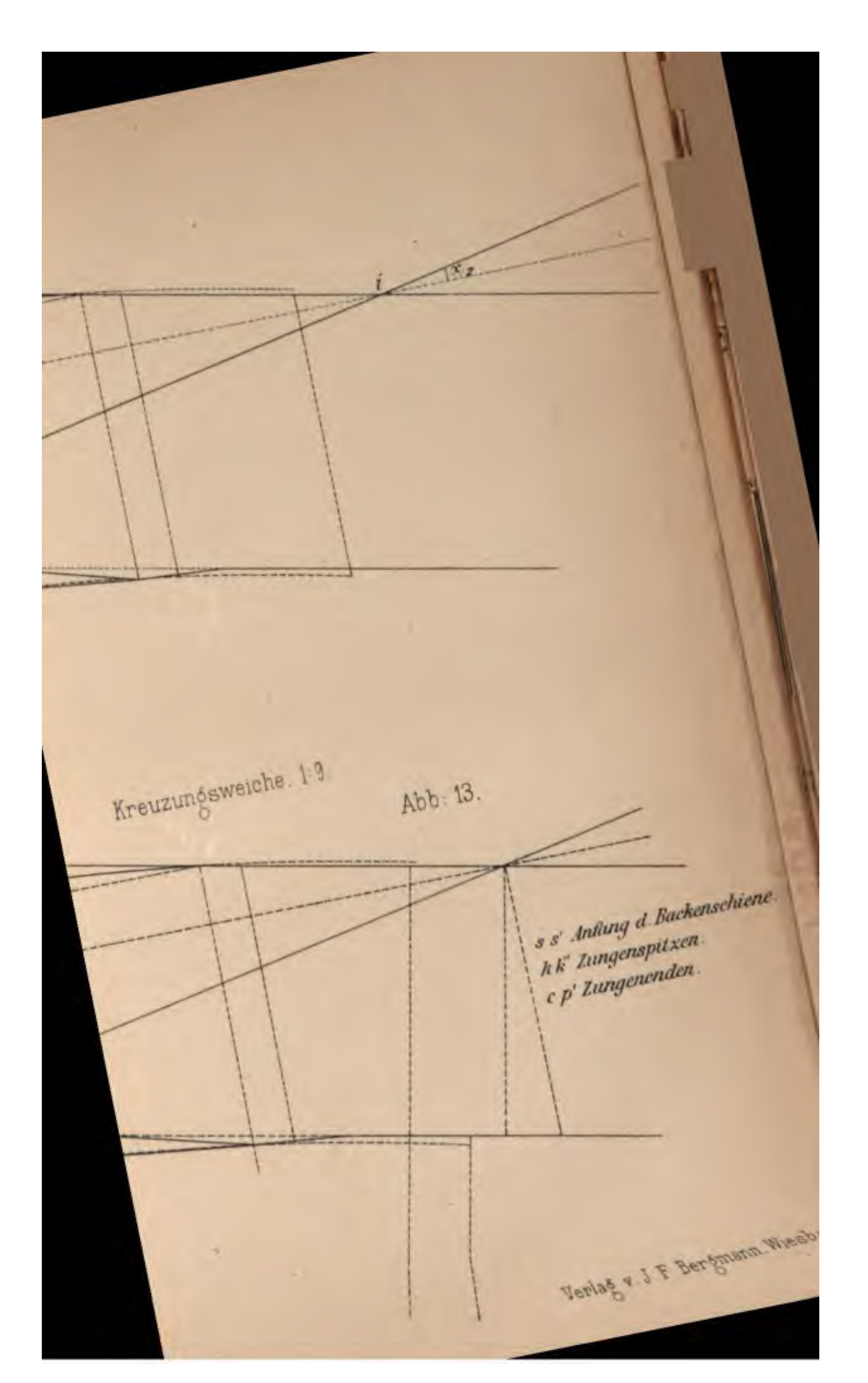
Watt James . .
Weber . . . . .
Wegeübergänge . .
Wegeüberführungen
Wegeunterführunge
Weichenabmessung .
Weichenachse . .
Weichenberechnung .
Weichenberechnung i
Weichenbock . . .
Weichencurve . .
Weicheneinbau . .
Weichen, einfache .
Weichenkreuzung .
Weichenmittelpunkt
Weichenverschlingun
Weichenzugstange .
Weichenzunge . .
Weichenzusammenbe
Westmeierscher Glei
Wolfenbüttel-Braun

Z.

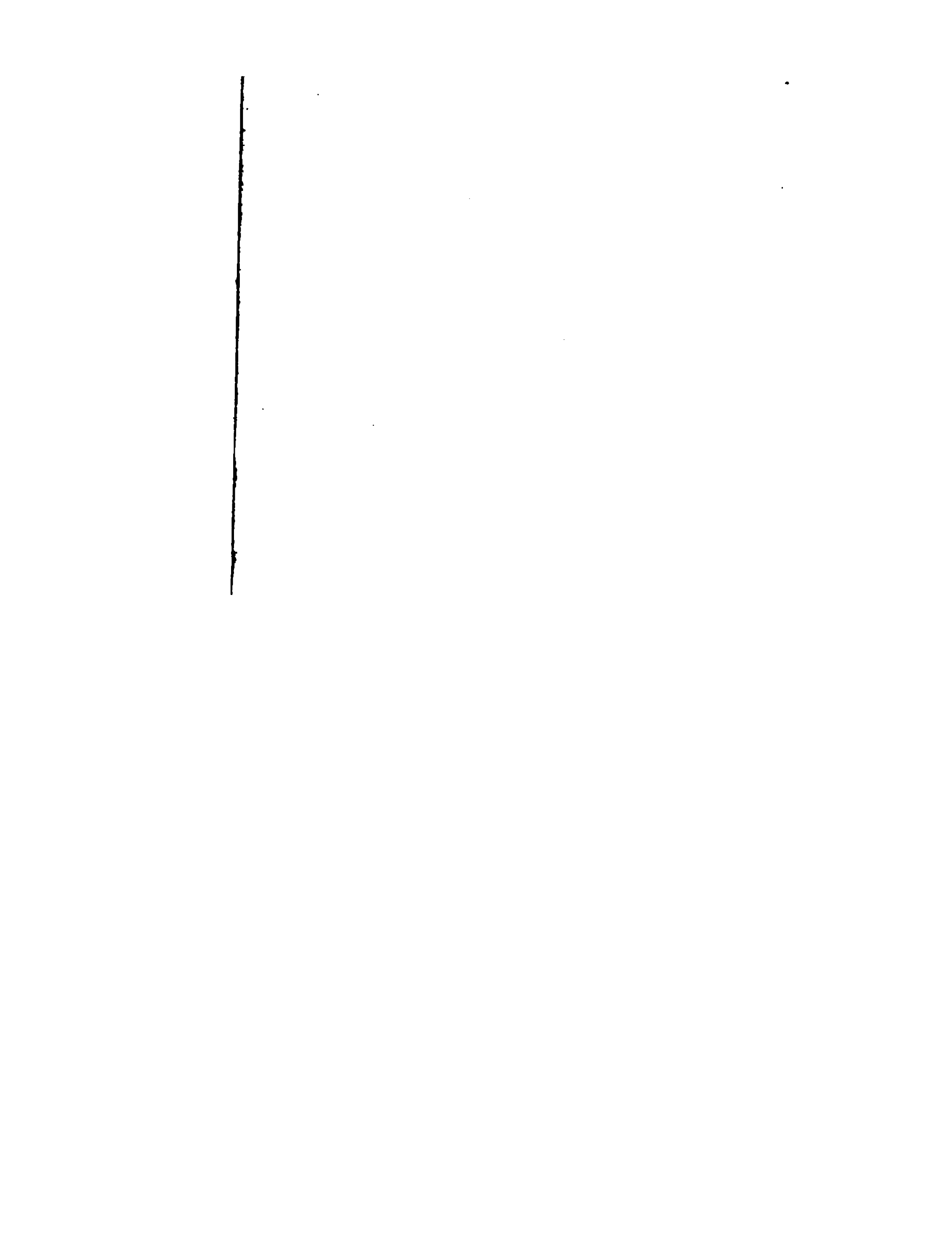
Zäune . . . . .
Zweibogenweiche .
Zwischenbahnhof .
Zwischenbleche . .
Zwischenpfähle . .
Zwischenraum zw.
Zugschranke . . .
Zunge . . . . .
Zungenausschlag .
Zungenschiene . .
Zungenspitze . . .
Zungenvorrichtung
Zungenwurzelbefesti
Zurücktreiben der S
Zusammenbautrupp

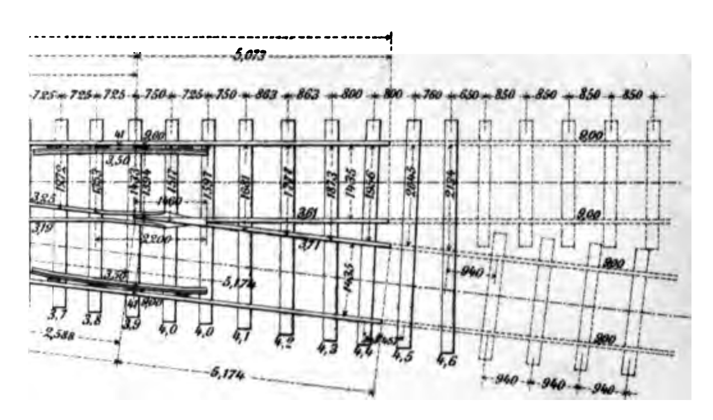


Lith. Anst. v F Wirtz, Darmstadt

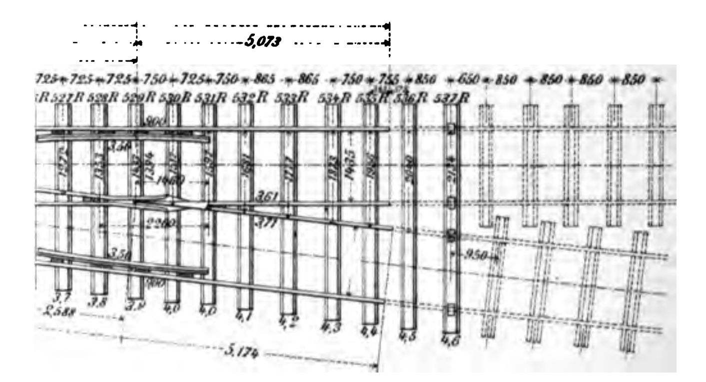


i
x_2
Kreuzungsweiche. 1:9
Abb: 13.
s s' Anfang d. Backenschiene.
h k'' Zungenspitzen.
c p' Zungenenden.
Verlag v. J. F. Bergmann. Wiesb





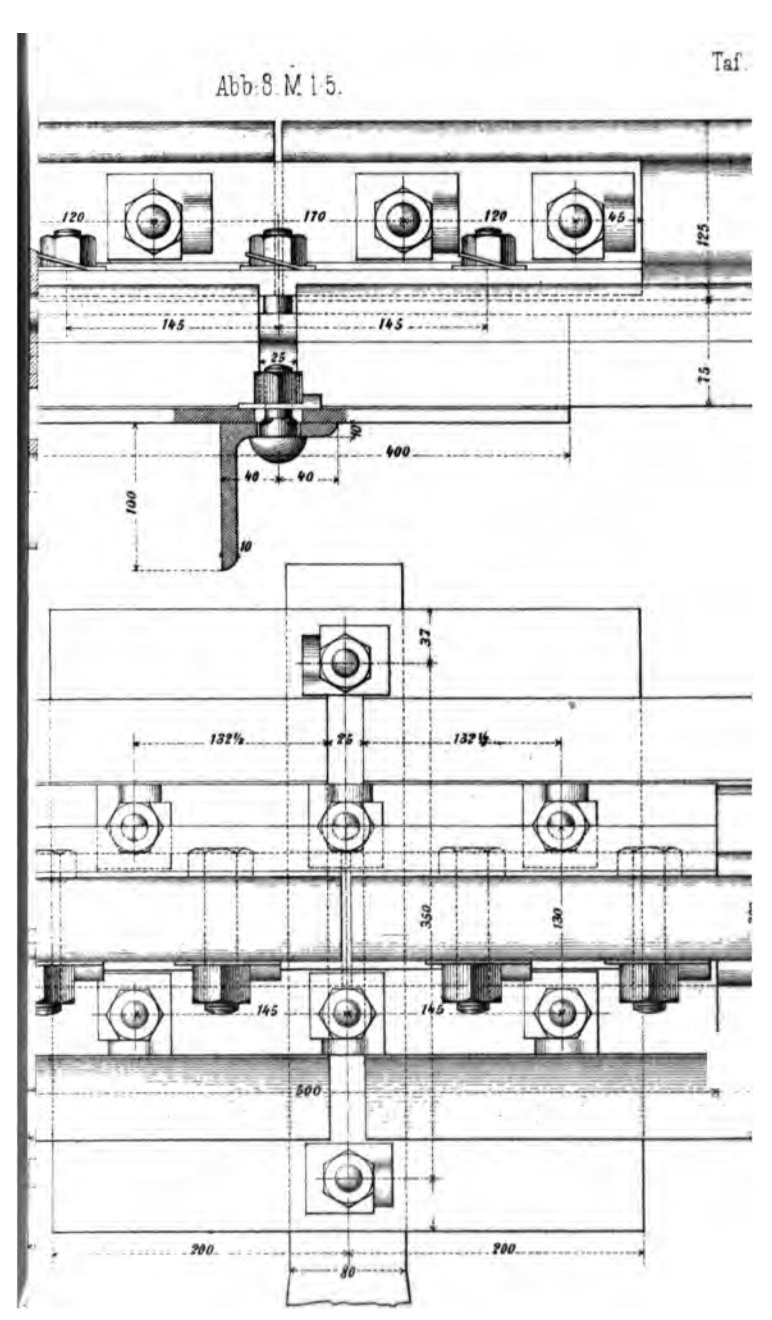
en.



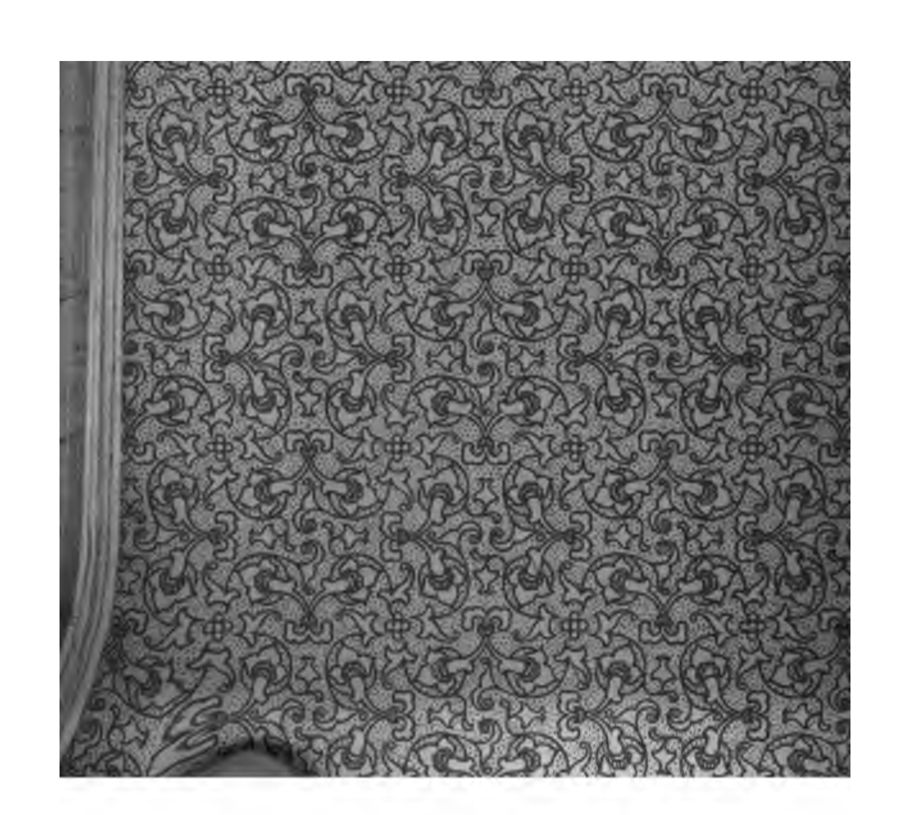
Maafsstab 1:150.

Verlag v. J. F. Bergmann Wiesbaden.





Lith. Anst. v F. Wirt




TF 205
S96
1892

